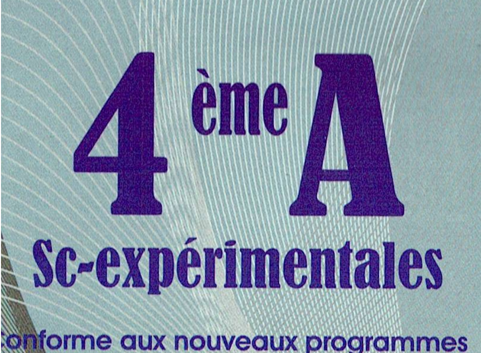




Sciences de la vie et de la terre

55 exercices
Avec des niveaux de difficulté

12 devoirs
Contrôles et synthèses

+ résumés de cours
Les notions indispensables

Avec correction détaillée
Les notions indispensables

TOME 1

HADDAR RIADH
Professeur principal
distingué hors classe

Le complet résolu

Sciences de la vie et de la terre
Tome 1

Conforme aux nouveaux programmes

4ème Année secondaire

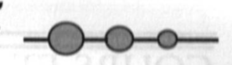
Section : Sciences Expérimentales

Résumés de cours
Exercices et devoirs corrigés

HADDAR RIADH

Professeur principal distingué hors classe

DANS CET OUVRAGE, VOUS TROUVEZ



☞Une rubrique intitulée **L'essentiel du cours**, où les connaissances fondamentales du nouveau programme officiel de la 4ère année secondaire sont rassemblées, condensées et ordonnées en points forts. Il est conseillé de bien lire cette partie avant de chercher à résoudre les exercices d'entraînement et les devoirs.

☞Une partie intitulée **Exercices**, composée d'exercices d'entraînement classés par objectifs et par niveaux de difficulté.
La résolution de ces exercices vous permez d'être progressivement autonome et d'avoir à votre actif une expérience des plus fécondes pour la suite de vos études.
Ces exercices ont fait l'objet de corrections soignées et détaillées, toutes regroupées dans la partie correction à la fin de chaque chapitre.

☞Une collection **des devoirs typiques** de contrôle et de synthèse avec correction et un barème détaillé permettant à l'élève d'évaluer ses connaissances.

En fin nous espérons que ce livre vous aidera à prendre confiance et facilitera de cette manière votre réussite en sciences de la vie et de la terre.

Bonne chance avec... Le complet résolu !

Les auteurs

SOMMAIRE

COURS ET EXERCICES

Page

DEVOIRS

COURS ET EXERCICES

L'ESSENTIEL DU COURS

I/ Organisation de l'appareil génital de l'homme :

Organes	Nombres et Noms	Fonctions
Les gonades	2 testicules logés dans le scrotum ou bourse	*produisent les gamètes mâles (spermatozoïdes) à partir de la puberté. *produisent des hormones sexuelles mâles.
Des voies génitales	2 épididymes	Lieu de maturation , stockage et transit des spermatozoïdes
	2 canaux déférents	assurent le transit des spermatozoïdes.
	1 urètre	assure l'évacuation du sperme.
Les glandes annexes	2 vésicules séminales	sécrètent un liquide nutritif riche en fructose (nutrition des spermatozoïdes)
	1 prostate	sécrète un produit d'aspect laiteux riche en enzymes.
	2 glandes de cowper	sécrètent un liquide diluant le sperme.
Organe de copulation	le pénis ou verge	Organe d'accouplement assurant le transfert du sperme dans les voies génitales de la femme .

II/ La structure du testicule :

Chaque testicule présente une double structure :

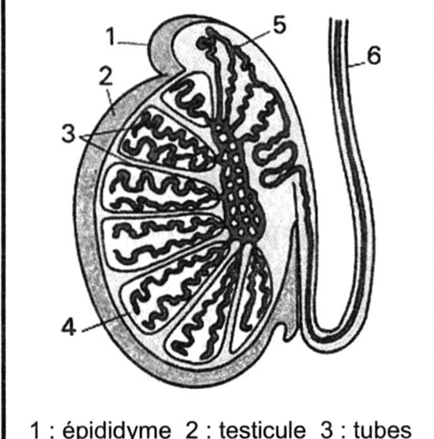
* **<u>Des tubes séminifères</u>** (se trouvant dans des lobules) . chaque tube séminifère est formé par une paroi épaisse et une lumière centrale .

La paroi renferme 2 types de cellules :

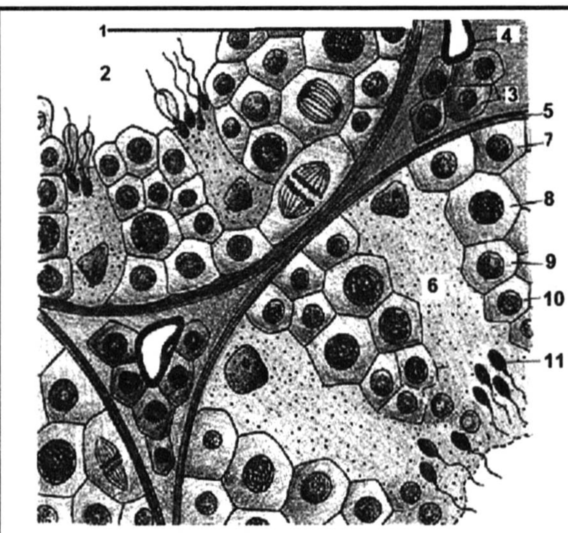
-Des cellules germinales : aboutissant à la formation des spermatozoïdes .

-Des cellules géantes : les cellules de Sertoli qui ont pour rôles : nutrition , soutien et sécrétoire.

***<u>Un tissu interstitiel</u> :** situé entre les tubes séminifères formé des cellules de Leydig en contact avec les capillaires sanguins .



1 : épididyme 2 : testicule 3 : tubes séminifères 4 : lobule testiculaire
5 : canal de l'épididyme
6 : canal déférent



1-tube séminifère
2- lumière du tube séminifère .
3- cellule interstitielle ou de Leydig
4-vaisseau sanguin
5-Enveloppe conjonctive .
6-cellule de Sertoli
7-Spermatogonie
8-Spermatocyte I
9-Spermatocyte II
10-Spermatide
11-Spermatozoïde

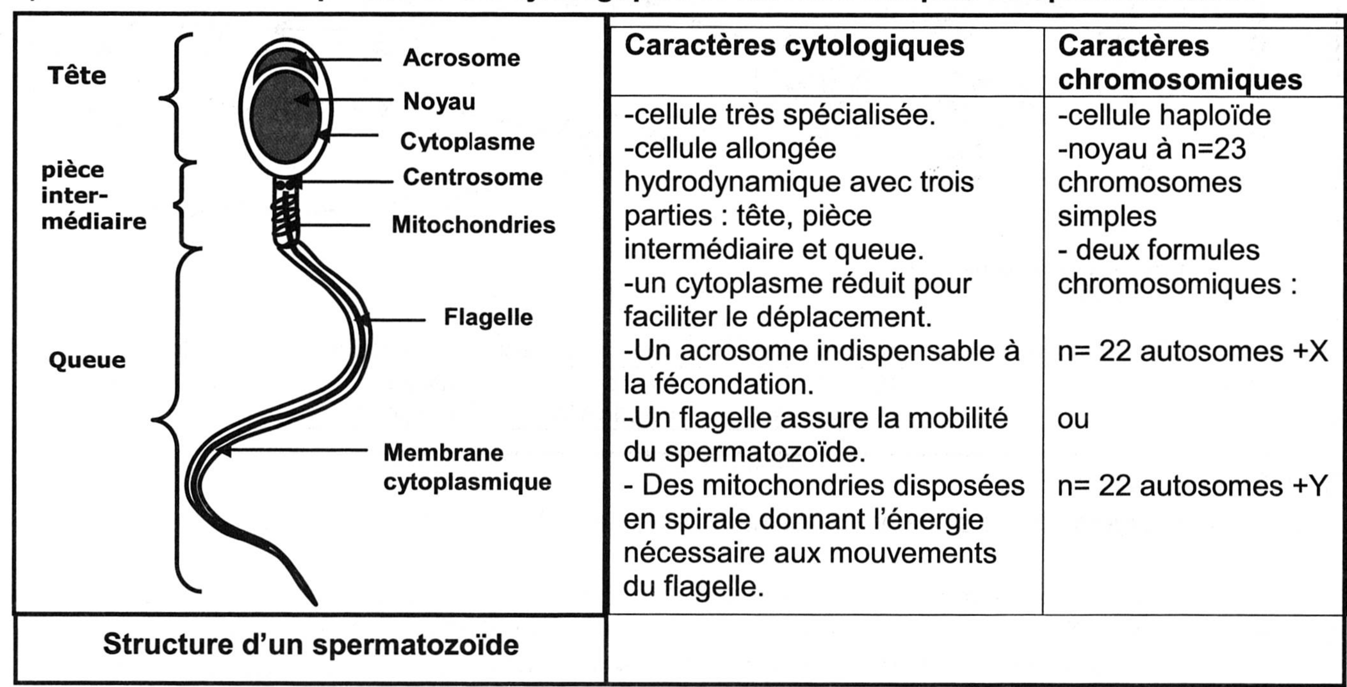
III/ Les fonctions du testicule :

Chez l'homme les testicules assurent une double fonction :

***Une fonction exocrine :** c'est la production des spermatozoïdes (spermatogenèse) au niveau des tubes séminifères .

***Une fonction endocrine :** c'est la sécrétion de testostérone par les cellules de leydig

1°) La structure et les particularités cytologiques et chromosomiques du spermatozoïde :



Caractères cytologiques	Caractères chromosomiques
-cellule très spécialisée. -cellule allongée hydrodynamique avec trois parties : tête, pièce intermédiaire et queue. -un cytoplasme réduit pour faciliter le déplacement. -Un acrosome indispensable à la fécondation. -Un flagelle assure la mobilité du spermatozoïde. - Des mitochondries disposées en spirale donnant l'énergie nécessaire aux mouvements du flagelle.	-cellule haploïde -noyau à n=23 chromosomes simples - deux formules chromosomiques : n= 22 autosomes +X ou n= 22 autosomes +Y

Structure d'un spermatozoïde

2°) La spermatogenèse :

La spermatogenèse est un phénomène continu depuis la puberté jusqu'à la mort .Elle se fait de façon centripète au niveau de la paroi du tube séminifère et se déroule en 4 étapes :

- **Phase de multiplication** :

Les spermatogonies souches à 2n chromosomes entiers se multiplient activement par mitoses pour donner plusieurs spermatogonies toujours à 2n chromosomes.

- **Phase d'accroissement** :

Les spermatogonies ayant terminé leur multiplication subissent une légère augmentation de volume suite à des accumulations de réserves dans le cytoplasme et une synthèse d'ADN dans le noyau. On obtient ainsi des spermatocytes I à 2n chromosomes dupliqués.

- **Phase de maturation** :

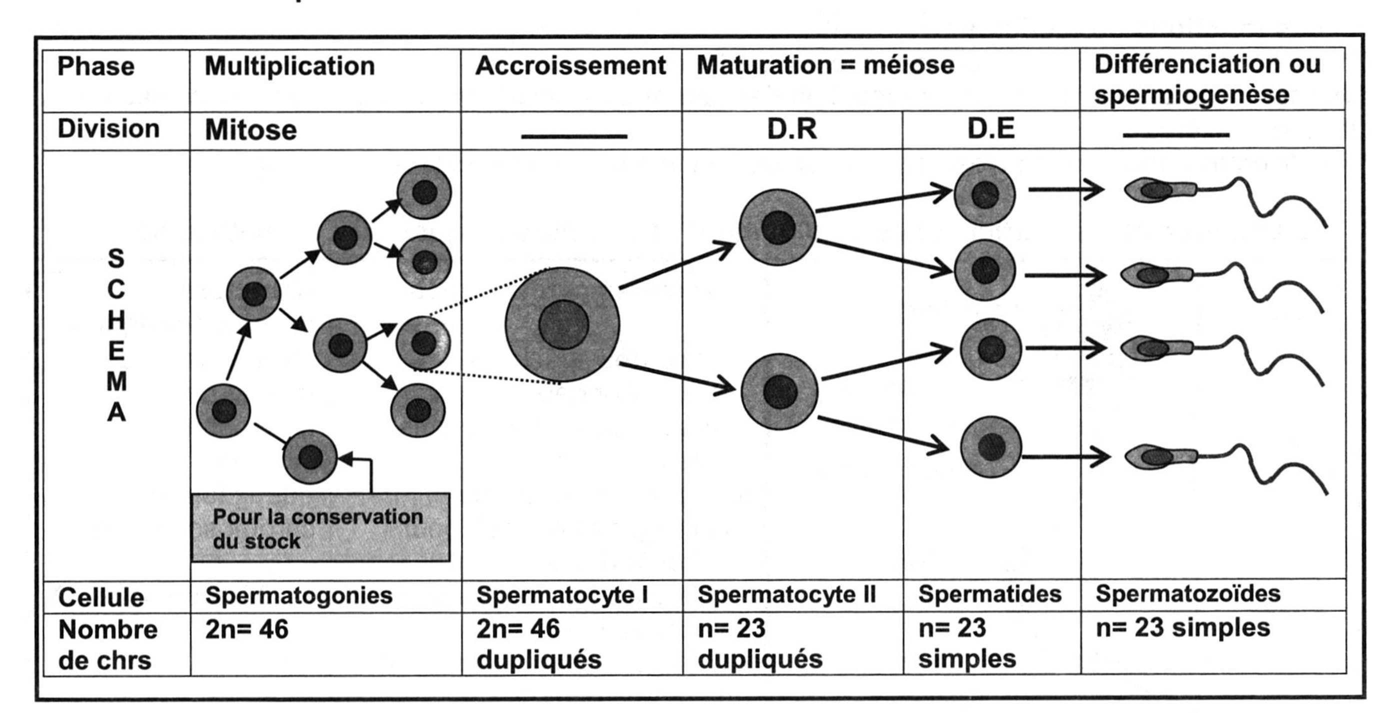
Chaque spermatocyte I subit les deux divisions de la méiose :

***La division réductionnelle :** donne deux spermatocytes II à n chromosomes dupliqués.

***La division équationnelle :** fournie à partir des deux spermatocytes II, quatre spermatides à n chromosomes simples chacun.

- **Phase de différentiation ou spermiogenèse :**

.Au contact des cellules de Sertoli chaque spermatide évolue en spermatozoïde par élimination du surplus du cytoplasme, condensation du noyau ainsi que la formation de l'acrosome et du flagelle. On obtient ainsi des spermatozoïdes à n chromosomes simples chacun.



Phase	Multiplication	Accroissement	Maturation = méiose		Différenciation ou spermiogenèse
Division	Mitose	———	D.R	D.E	———
SCHEMA	Pour la conservation du stock				
Cellule	Spermatogonies	Spermatocyte I	Spermatocyte II	Spermatides	Spermatozoïdes
Nombre de chrs	2n= 46	2n= 46 dupliqués	n= 23 dupliqués	n= 23 simples	n= 23 simples

3°) La fonction endocrine :

*Les individus cryptorchides présentent des caractères sexuels secondaires **normaux** mais sont **stériles .**

*La coupe transversale des testicules des individus cryptorchides montre un tissu interstitiel intact alors que les tubes séminifères sont réduits avec présence seulement d'une seule couche de spermatogonies (absence des autres cellules germinales) donc la spermatogenèse est bloqué à cause de la température élevée.

Déduction : La fonction endocrine du testicule est assurée par le tissu interstitiel par l'intermédiaire d'une **hormone (testostérone)** sécrétée par les cellules de **Leydig .**

Cette fonction est faible chez l'impubère et augmente de façon considérable à partir de la puberté.
La sécrétion stable de testostérone pendant toute la vie de l'homme adulte permet :
-d'achever le développement de l'appareil génital qui devient fonctionnel.
-de développer et de maintenir les caractères sexuels secondaires.

IV/ Le contrôle de l'axe hypothalamo-hypophysaire :

L'activité testiculaire est contrôlée par le complexe hypothamo-hypophysaire.

1°) Rôle de l'hypophyse :

L'hypophyse contrôle le fonctionnement du testicule grâce aux gonadostimulines ou gonadotrophines : **FSH et LH.**

***FSH :** stimule les cellules de Sertoli afin de :
- secréter une protéine de liaison **ABP** responsable à la réception de la testostérone par les cellules germinales .Le complexe **TTT-ABP** active la spermatogenèse.
- secréter **de l'inhibine.**

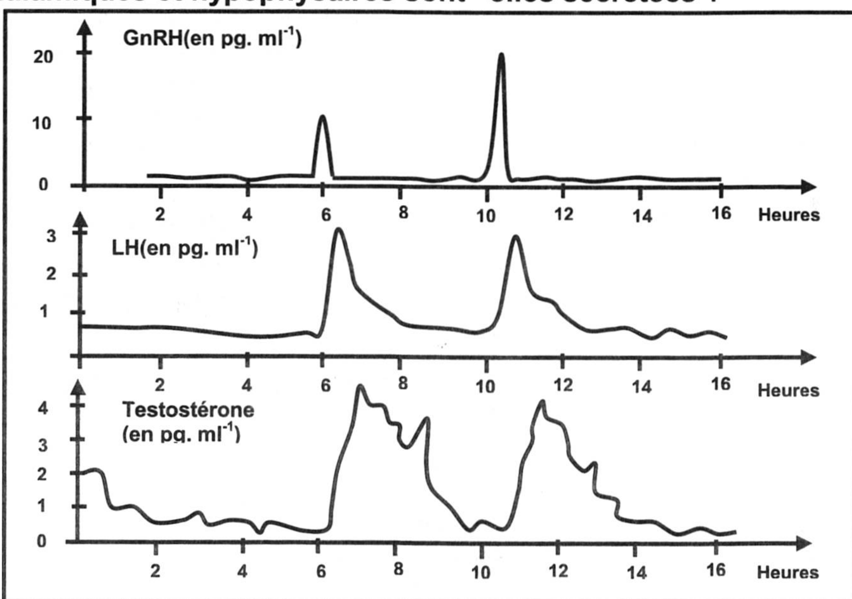
***LH :** stimule les cellules de Leydig pour secréter la **testostérone** qui agit sur les caractères sexuels masculins.

2°) Rôle de l'hypothalamus :

L'hypothalamus contrôle l'hypophyse grâce à une **neurohormone ou gonadolibérines : la GnRH** sécrétée dans les vaisseaux sanguins de la tige pituitaire.

3°) Comment les hormones hypothalamiques et hypophysaires sont –elles secrétées ?

La sécrétion de GnRH est **pulsatile** (avec une fréquence d'un pulse toutes les 90 min. Les sécrétions de LH et de testostérone sont également pulsatiles avec des pics de sécrétion qui sont légèrement décalés dans le temps par rapport aux pics de GnRH. Les pics de GnRH précèdent les pics de LH. IL y a une relation de **causalité** entre les trois sécrétions : les pulses de GnRH entraînent les pulses de LH qui entraînent les pulses de la testostérone .



V/ Le rétrocontrôle testiculaire :

Les testicules exercent un rétrocontrôle négatif **(RC -)** sur le CHH par voie sanguine à l'aide des hormones testiculaires:

***La testostérone** exerce **toujours** un **(RC -)** sur le CHH (sur la sécrétion de GnRH et la sécrétion de la LH) .En effet :

- Lorsque le taux de testostérone dans le sang dépasse sa valeur normale moyenne, la testostérone exerce **un (RC -) accentué** sur l'hypophyse d'ou le taux de LH diminue et par conséquent le taux de TTT diminue aussi et revient à sa valeur normale.
- Lorsque le taux de testostérone dans le sang est inférieur à sa valeur normale moyenne, il y a **levée de (RC -)** exercé sur l'hypophyse d'où l'augmentation du taux de LH et par conséquent le taux de TTT augmente et revient à sa valeur normale.

***L'inhibine** sécrétée par les cellules de sertoli exerce un **(RC -)** sur l'hypophyse antérieure d'où la diminution de la sécrétion de **FSH seulement.**

Hormone	Origine	Cellules cibles	Effets
Testostérone	Cellule de Leydig	*Cellules germinales. * cellules du CHH. *glandes annexes. *organes sexuels primaires et secondaires. * muscles.	* active la spermatogenèse. * active le développement des C.S.I et C.S.II *RC(-) sur l'hypophyse afin de diminuer la sécrétion de LH *RC(-) sur l'hypothalamus afin de diminuer la sécrétion de GnRH
Inhibine	Cellule de Sertoli	*Cellules de FSH	*Rc(-) sur l'hypophyse afin de diminuer la sécrétion de FSH.
GnRH	Neurones hypothalamiques	*cellules à LH et FSH.	*stimule l'hypophyse d'où la sécrétion des LH et FSH .
LH	Cellules à LH de l'hypophyse	Cellule de Leydig	*stimule la sécrétion de TTT par cellule de Leydig .
FSH	Cellules à FSH de l'hypophyse	*cellules de Sertoli	*stimule la sécrétion de l'ABP. *stimule la sécrétion de l'inhibine

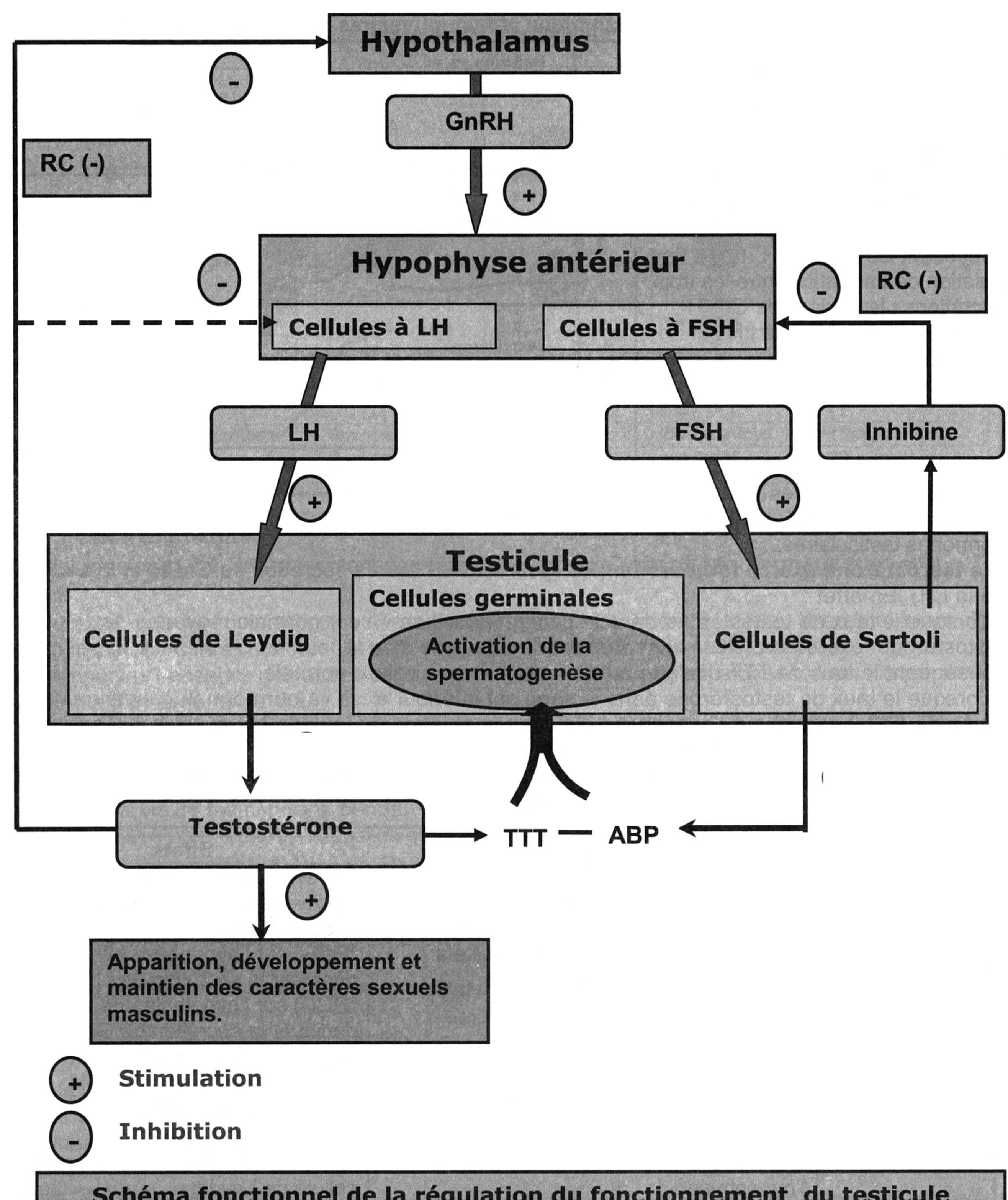


Schéma fonctionnel de la régulation du fonctionnement du testicule

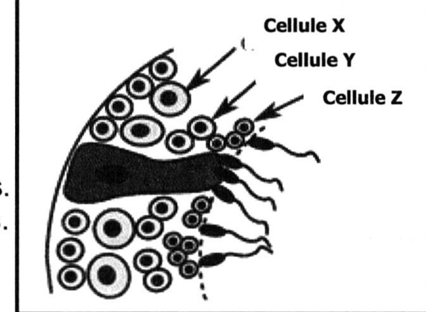
EXERCICES

Exercice N°1 :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

1°/ Dans le testicule d'un enfant impubère il y a des :
- **a-** cellules haploïdes.
- **b-** spermatogonies.
- **c-** spermatocytes I.
- **d-** tubes séminifères.

2°/ Le document ci-contre montre une coupe transversale d'une portion d'un tube séminifère :



- **a-** les cellules X et Y présentent le même nombre des chromatides.
- **b-** les cellules Y et Z présentent le même nombre des chromatides.
- **c-** les cellules X et Y présentent le même nombre des chromosomes.
- **d-** les cellules Y et Z présentent le même nombre des chromosomes.

3°/ La cryptorchidie :
- **a-** affecte l'activité des cellules de Leydig.
- **b-** affecte la spermatogenèse.
- **c-** s'accompagne d'une stérilité de l'individu.
- **d-** affecte la fonction endocrine des testicules.

4°/ Chez un rat adulte, hypophysectomisé et ayant subi une greffe d'hypophyse sous la peau, il y a sécrétion:
- **a-** normale de gonadostimulines.
- **b-** de gonadostimulines en quantité plus importante que la normale.
- **c-** normale de testostérone.
- **d-** de gonadolibérines.

5°/ Après la destruction sélective des cellules de Leydig, on note :
- **a-** l'arrêt de la spermatogenèse.
- **b-** la diminution de la sécrétion de la LH.
- **c-** l'augmentation de la sécrétion de la LH.
- **d-** le maintien des caractères sexuels secondaires.

6°/ L'injection de testostérone chez un animal ayant subi la destruction sélective des cellules de Sertoli :
- **a-** inhibe la sécrétion de LH.
- **b-** inhibe la sécrétion de FSH.
- **c-** stimule la sécrétion d'inhibine.
- **d-** stimule la sécrétion de GnRH.

7°/ Un rat ayant subi la lésion de son hypothalamus, reçoit, en perfusion continue, du sérum contenant des extraits hypothalamiques. On constatera :
- **a-** l'hypertrophie de l'hypophyse.
- **b-** reste sans effet sur l'hypophyse.
- **c-** la réactivation de l'hypophyse.
- **d-** la réduction de l'activité de l'hypophyse.

8°/ La greffe d'un testicule sous la peau d'un male castré :

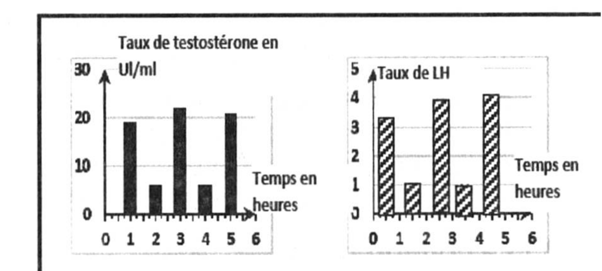
a- corrige sa stérilité.
b- restaure ses caractères sexuels secondaires.
c- provoque la baisse des secrétions hypophysaires de FSH et de LH.
d- provoque l'augmentation des sécrétions hypophysaires de FSH et LH.

9°/ Le schéma ci-contre représente une coupe testiculaire d'un individu :

a- impubère.
b- impubère qui est suivie d'une injection de FSH.
c- pubère hypophysectomisé.
d- pubère hypophysectomisé qui est suivie d'une injection de FSH.

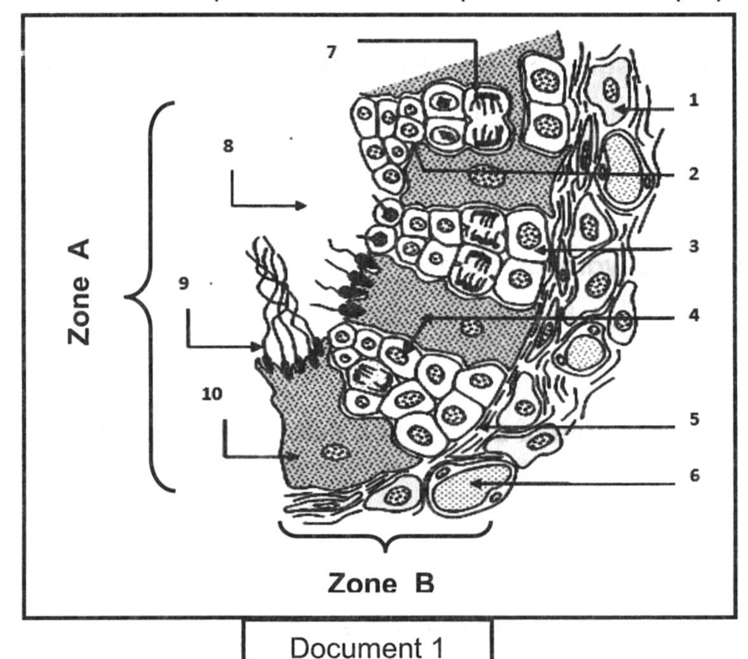
10°/ Le document ci-contre illustre les taux d'hormones chez un animal pubère. IL montre que :

a- la sécrétion de LH et de testostérone est pulsatile.
b- la testostérone exerce un rétrocontrôle négatif sur les cellules à LH.
c- cet animal a subi une castration.
d- un faible taux de testostérone inhibe la sécrétion de LH.

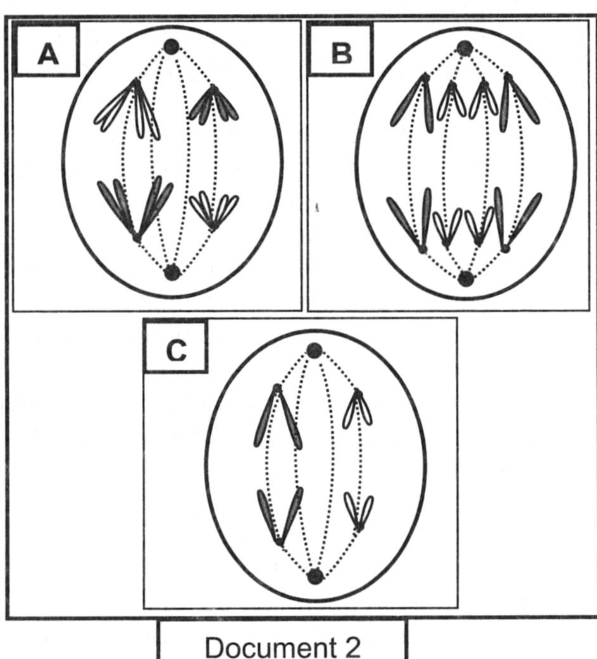


Exercice N°2 :

Le document 1 représente schématiquement une coupe partielle réalisée au niveau d'un testicule humain



Document 1



Document 2

1°) Indiquez la légende correspondant aux numéros (de 1 à 10) du document 1 et nommez les zones A et B.
2°) S'agit-il d'un sujet pubère ou impubère ? Donner deux arguments.
3°) Quels sont les rôles des cellules 1 et 10 dans la fonction de reproduction chez l'homme.
4°) Certaines cellules du document 1 en voie de division sont représentées schématiquement et au fort grossissement sur le document 2 .En vous basant sur l'analyse du document 2 et vos connaissances, complétez le tableau ci-dessous .Justifiez votre réponse par un bref commentaire.

	Nom de la cellule (titre de schéma)	Type de division	Etape de cette division avec justification	Résultat : -nombre de cellules obtenues -Nombre de chromosomes par cellule
Schéma A				
Schéma B				
Schéma C				

5°) Afin de comprendre le rôle des testicules dans la fonction reproductrice, on réalise les expériences suivantes :

Expériences	Résultats
1- Castration bilatérale d'un animal mâle adulte fertile	-régression des caractères sexuels secondaires -stérilité
2- On irradie les testicules d'un rat adulte aux rayons X (destruction des cellules de la zone A, la zone B reste intacte)	-maintien des caractères sexuels secondaires -Stérilité

Analyser les résultats des expériences et utiliser vos connaissances en vue de :

a- préciser le rôle de la zone A et de celui de la zone B .

b- de donner les conséquences sur le fonctionnement de l'hypophyse après chaque expérience. Justifiez.

Exercice N°3 :

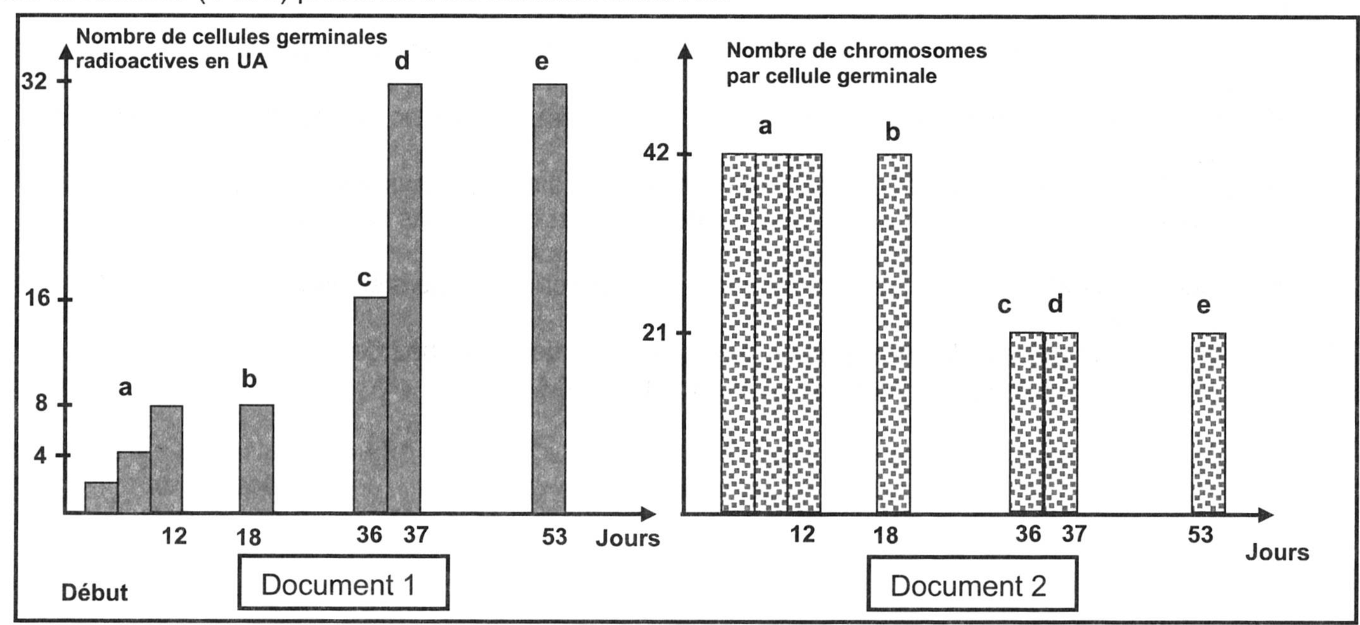
On se propose d'étudier quelques aspects de la fonction reproductrice chez l'homme.

A/ Chez des rats mâles adultes fertiles, on suit l'évolution du nombre des cellules germinales et gamètes (a, b, c, d et e) pendant 53 jours (durée de la spermatogénèse chez le rat). Pour cela, on injecte à plusieurs rats une substance radioactive (le même jour) qui sera incorporée dans les jeunes cellules germinales souches. Puis on réalise des prélèvements au cours du temps afin de :

-déterminer le nombre de cellules radioactives .

-déterminer le nombre de chromosomes par cellule.

Les documents (1 et 2) présentent les résultats observés.



Document 1

Document 2

Analysez les résultats des documents (1 et 2) et utilisez vos connaissances, en vue :

1) d'expliquer les variations du nombre des cellules germinales et gamètes d'une part et les variations du nombre des chromosomes d'autre part.

2) de préciser les phases de la spermatogénèse chez le rat.

3) de nommer les cellules a, b, c, d et e.

B/ Des travaux similaires sont réalisés chez un homme normal . Certaines cellules sont prélevées des tubes séminifères, les chromosomes de chacune de ces cellules sont photographiés. Les figures du document 3 ci-dessous présentent les résultats obtenus :

Figure 1	Figure 2	Figure 3

Document 3

1°) Identifiez les cellules correspondantes à ces figures.

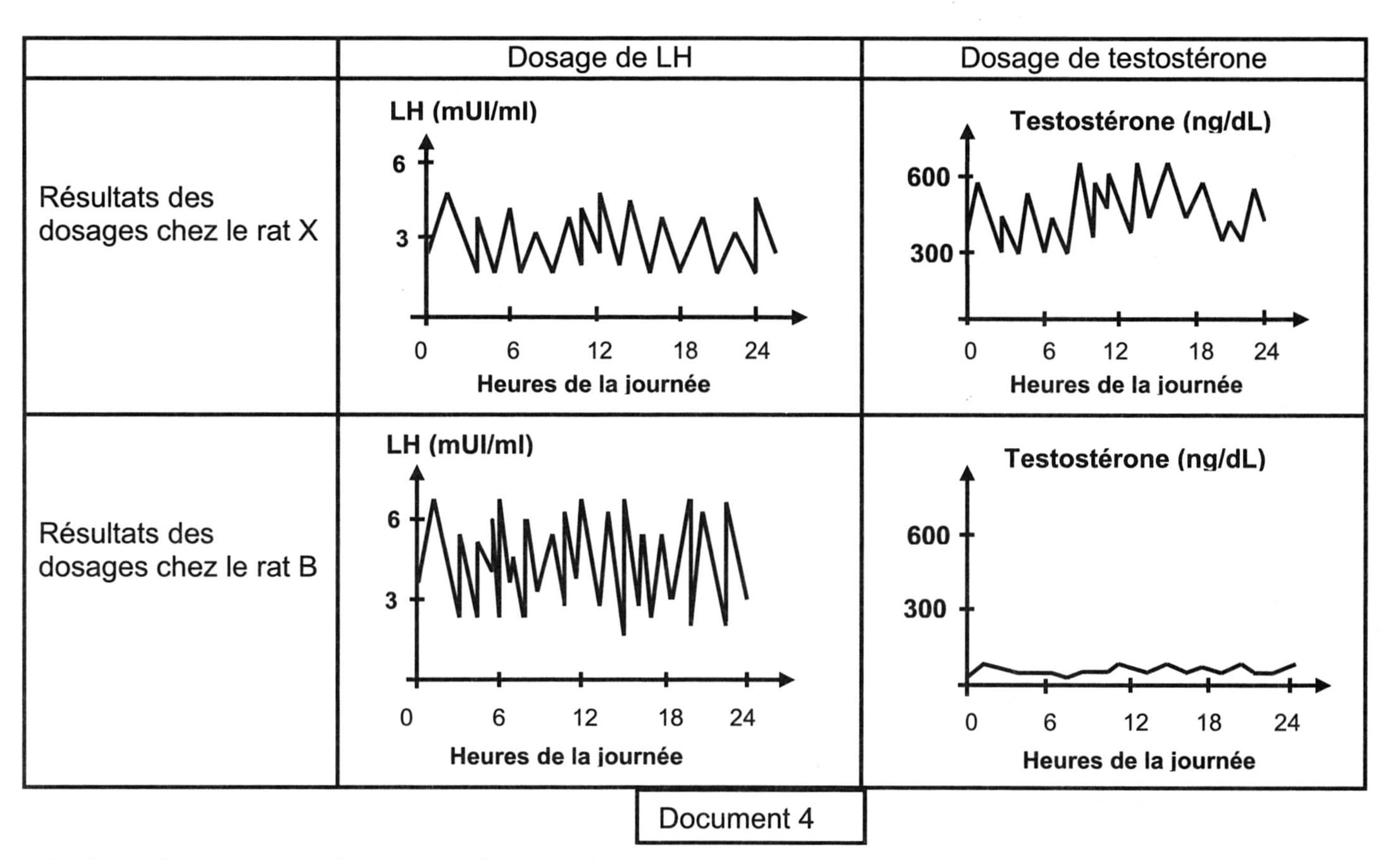
2°) Précisez l'ordre de leurs emplacements dans le tube séminifère de la périphérie vers la lumière.

C/ Afin de comprendre les causes de stérilité chez trois rats pubères A , B et C , on propose les résultats des tests suivants :

- **Test 1 :** Un traitement de A, B et C à la GnRH pendant quelques mois corrige les troubles du rat A seulement.
- **Test 2 :** Un traitement de A, B et C à la LH ou à la testostérone corrige les troubles du rat B seulement.
- **Test 3 :** l'hypophyse du rat C greffé à un rat D pubère et hypophysectomisé restaure les caractères sexuels secondaires chez le rat D mais ne corrige pas sa stérilité.

1°) Analyser les résultats de ces tests et déduire la (ou les) cause(s) de stérilité chez chaque rat **.**

2°) Pour plus de précisions, des dosages hormonaux sont effectués chez deux rats :
Un rat X normal et le rat B (voir les graphes du document 4)



Document 4

Exploitez les graphes ci-dessus afin de préciser la cause de la stérilité du rat B .

Exercice N°4 :

On se propose de comprendre certains aspects de la reproduction sexuée chez le mâle .Pour cela on réalise les séries d'expérience suivantes :

A/ *1ère série d'expériences :*

a- On prélève l'hypophyse d'un rat pubère et la cultive sur un milieu approprié, on remarque qu'elle ne libère pas de gonadostimulines.
b- On répète l'expérience en aboutant au milieu de culture des extraits d'hypothalamus provenant d'un rat normal **H** se produit une sécrétion de gonadostimulines.
c- On refait l'expérience précédente en ajoutant au milieu de culture cette fois des extraits hypothalamiques provenant d'un rat castré. On observe une abondante sécrétion de gonadostimulines.
d - On refait l'expérience réalisée en **b** mais on ajoute au milieu de l'hypophyse en culture, des extraits hypothalamiques provenant d'un rat auquel on a injecté une forte dose de testostérone. La sécrétion de gonadostimulines par l'hypophyse devient très faible.

1°) A partir de l'analyse des expériences **a, b, c et d** et vos connaissances, déduire la (ou les relation(s) entre l'hypothalamus, l'hypophyse antérieure et les testicules.

B/ *2ème série d'expériences :*

On envisage :
*de comprendre la cause de stérilité de 2 rats R_1 et R_2 ayant une sécrétion de testostérone très basse.
*d'identifier deux hormones H_1 et H_2.
Pour ceci, on réalise les expériences suivantes sur ces rats R_1 et R_2 ainsi que sur un rat R_3 adulte hypophysectomisé (et dont la fertilité a été déjà vérifiée avant l'hypophysectomie) :

❖ **Expérience 1 :**

On injecte de manière répétée l'hormone H_1 à R_1 et R_3 puis on dose le taux de testostérone sécrétée par ces rats. Le document 1 suivant montre les résultats de dosages chez ces deux rats avant et après les injections.

	Avant injections		**Après injections**	
Taux de testostérone	**R1**	**R3**	**R1**	**R3**
	20 ng/dL	24 ng/dL	entre 350 et 700 ng/dL	24 ng/dL

Document 1

1°) A partir de l'exploitation des résultats obtenus et de vos connaissances déduisez :
*l'effet de l'hormone $\mathbf{H_1}$.
*le nom de l'hormone $\mathbf{H_1}$.
* la cause de stérilité du rat $\mathbf{R_1}$.

***Expérience 2* :**

Le document 2 ci-dessus résume cette expérience :

Expérience	**Résultats**
Injections régulières (d'extraits hypophysaires du rat R_2 renfermant H_2) au rat $\mathbf{R_3}$	*restauration des caractères sexuels secondaires de $\mathbf{R_3}$ •pas de correction de la stérilité.

Document 2

2°) Exploitez ces résultats et vos connaissances en vue de préciser :
*la cause de stérilité du rat $\mathbf{R_2}$.
*le nom de l'hormone $\mathbf{H_2}$.

Exercice N°5 :

On se propose d'étudier quelques relations entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les testicules, pour cela on réalise les observations et les expériences suivantes :

❖ ***Observations cliniques :***

Mr. X âgé de 30 ans présente des troubles de la puberté ; notamment des caractères sexuels secondaires (**CSII**) juvéniles (peu développés).On cherche à comprendre l'origine de ces troubles afin d'y remédier. On dose le taux plasmatique de la testostérone chez **Mr. X**. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Individu	mesure chez Mr. X	mesure chez un homme adulte normal
Concentration de testostérone dans le plasma (en ng/ml)	**2**	**50**

1°) Exploitez les informations précédentes et vos connaissances afin de justifier l'aspect juvénile des CSS chez **Mr .X** .

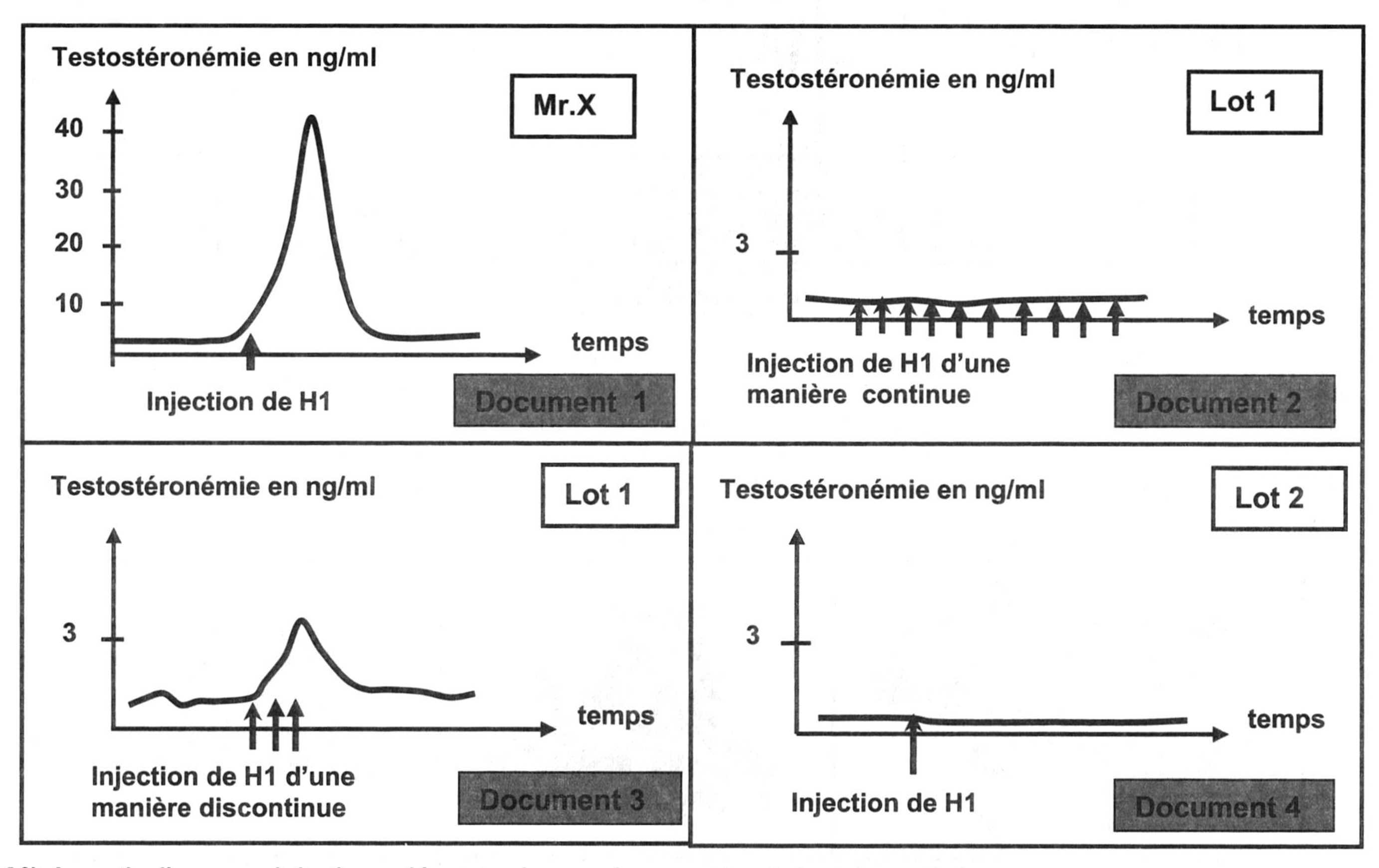
2°) Proposez en justifiant votre choix 3 hypothèses possibles pour expliquer les troubles observés chez **Mr. X.**

❖ **Expériences :**

Afin de tester les hypothèses **(question 1)** , on procède à l'injection d'une hormone **(H1)** à **Mr. X** et à 2 lots de rats mâles pubères (ayant les mêmes troubles que Mr. X) dans des conditions expérimentales précisées au niveau des documents 1 , 2, 3, et 4 .

- **Lot 1 :** Rats ayant subit une lésion de l'hypothalamus.
- **Lot 2 :** Rats hypophysectomisés.

On dose la variation du taux de testostérone chez **Mr.X** et les 2 lots des rats après injection de l'hormone **(H1).**



3°) A partir d'une exploitation adéquate de ces documents et de vos connaissances:

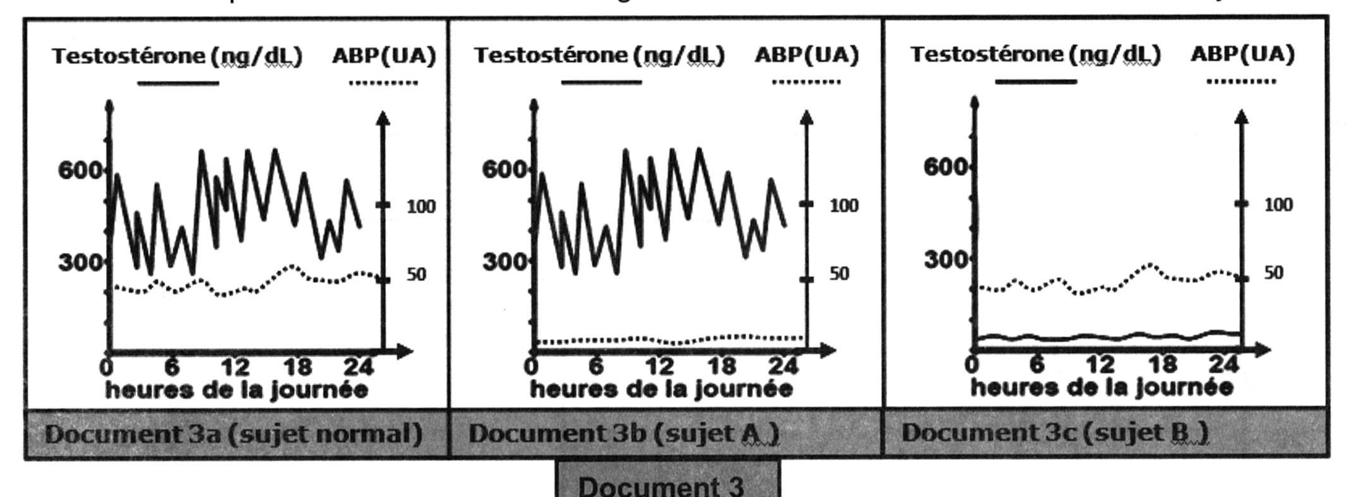
a- Identifiez l'hormone **(H_1)** et précisez son mode d'action.

b- Indiquez l'hypothèse à retenir .Discutez.

4°) Proposez un traitement convenable pour **Mr .X** pour corriger la régression des **CSII.**

Exercice N°6 :

Les mécanismes de la régulation des fonctions testiculaires font intervenir des interactions hormonales entre le complexe hypothalamo-hypophysaire et les testicules .Pour comprendre ces mécanismes on se réfère à des études médicales réalisées chez un sujet normal et deux sujets A et B présentant des troubles de la puberté.
Le document 3 représente les résultats du dosage de la testostérone et de l'ABP chez les 3 sujets :



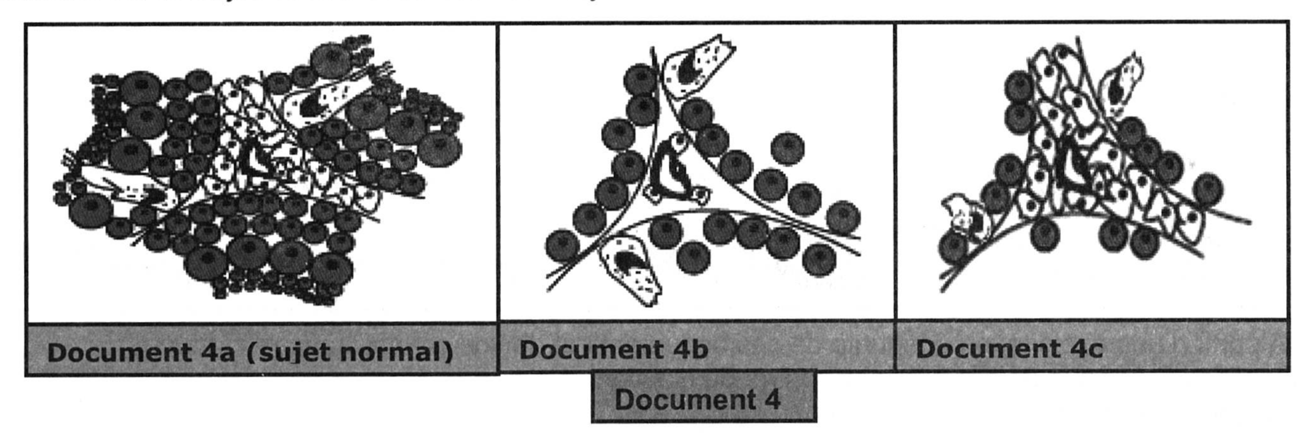
1°) A partir de l'analyse du document 3 et de vos connaissances :

a- Déterminer la nature des troubles de la puberté chez chacun des deux sujets A et B .

b- Déduire l'état des caractères sexuels secondaires des deux sujets A et B .

c- Proposez pour chacun des sujets A et B les causes possibles de ses troubles.

2°) Le document 4 représente des schémas d'interprétation d'observations microscopiques testiculaires réalisées sur un sujet normal et sur les deux sujets A et B.



Exploiter lez données du document 4 en vue d'attribuer, en le justifiant, l'observation microscopique correspondante à chacun des sujets A et B.

3°) Pour plus de précisions, on réalise les expériences suivantes montrant les effets des injections d'hormones testiculaires **(H_1)** et **(H_2)** avec des doses régulières sur l'hypophyse antérieur des deux sujets A et B.

-**Expérience 1 :** Le document 5 montre les effets de l'injection de l'hormone **(H_1)** sur le taux plasmatique de deux hormones hypophysaires **H_3 et H_4** chez le sujet A.

Jours de traitement	1	2	3	4	5	6	7	8
H3 (ng/ml)	2	1,8	1,9	0,8	0,6	0,3	0,1	0,06
H4 (ng/ml)	19	19	18	19	18	19	19	19

Injection de H1

Document 5

- **Expérience 2 :** Le document 6 montre les effets de l'injection de l'hormone **(H_2)** sur le taux plasmatique de deux hormones hypophysaires **H_3 et H_4** chez le sujet B.

Jours de traitement	1	2	3	4	5	6	7	8
H3 (ng)	15	15	16	15	16	15	15	15
H4 (ng)	36	35	36	30	28	24	20	18

Injection de H2

Document 6

N.B : Les taux plasmatiques des hormones hypophysaires H3 et H4 chez un sujet normal sont :
***Pour H3 :** le taux varie entre 15 et 17 ng/ml
***Pour H4 :** le taux varie entre 18 et 20 ng/ml

- **Expérience 3 :** l'injection de **H_2** radioactive chez un rat mâle pubère castré puis l'autoradiographie d'une coupe d'hypothalamus montre que la radioactivité est visible au niveau du noyau arqué de l'hypothalamus.

A partir de l'exploitation de ces expériences et en utilisant vos connaissances :
a- identifiez les hormones **H_1 , H_2 , H_3 et H_4 .**
b- préciser la cause des troubles observées chez chacun des sujets A et B .Justifiez votre réponse.

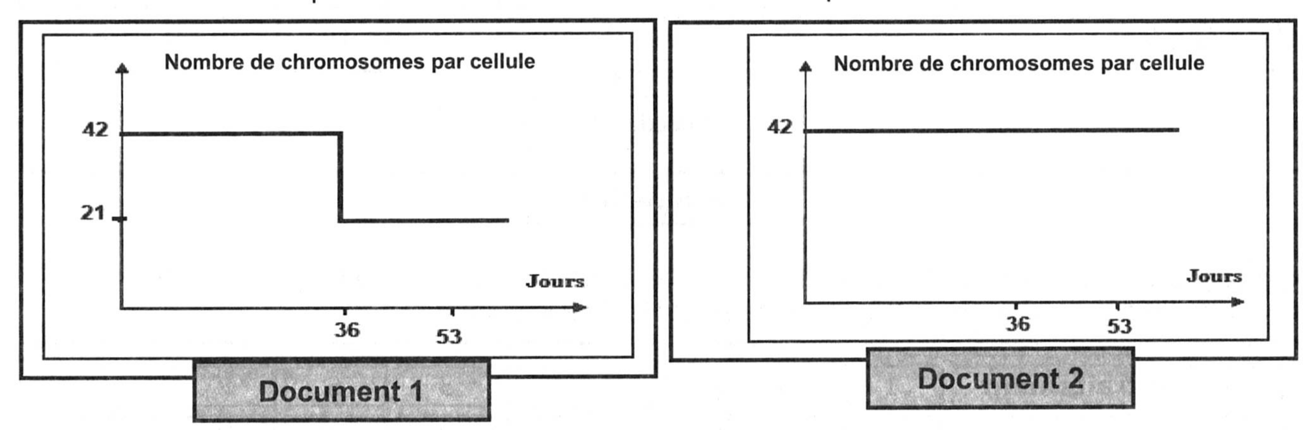
Exercice N°7 :

On se propose d'étudier quelques aspects de la fonction reproductrice masculine.

A / Chez deux lots de rats mâles adultes (à 2n = 42 chromosomes), l'un formé par des rats fertiles (lot 1 : document 1) et l'autre formé par des rats présentant un problème physiologique (lot 2: document 2). On suit l'évolution du nombre des chromosomes lors du processus de la production des gamètes qui dure 53 jours chez les deux lots de rats .

Pour cela on injecte à plusieurs rats une substance radioactive qui sera incorporée dans les cellules germinales souches, puis on réalise des prélèvements au cours du temps.

Les documents 1 et 2 représentent le nombre de chromosomes par cellule à la fin des divisions.



Document 1

Document 2

1°) A partir de l'analyse des résultats du document 2 et en utilisant vos connaissances :

a- Expliquez les variations du nombre des chromosomes.

b- Reproduisez le document 1 puis situez les différentes catégories des cellules intervenant dans ce processus.

2°) Analysez le document 2 et tirez une déduction concernant la fertilité des rats du lot 2.

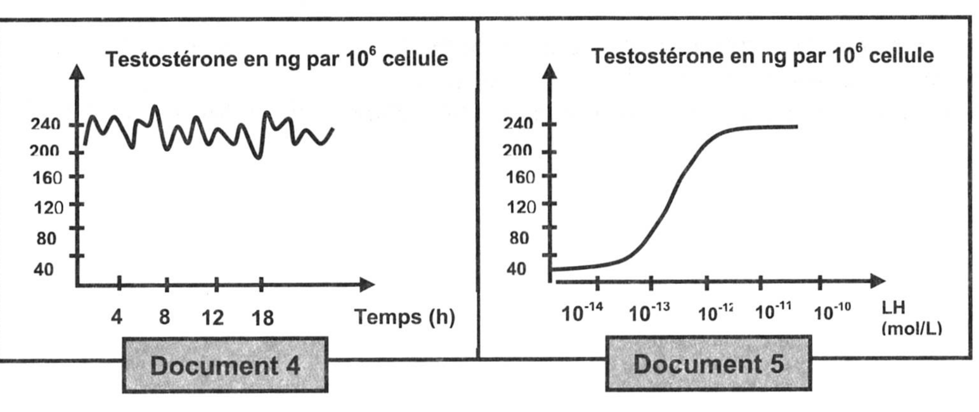
B / Dans le but de déterminer l'origine du problème physiologique d'un monsieur X (qui présente les mêmes troubles physiologiques que les rats du lot 2, des analyses du taux sanguin de LH ont été réalisées. Le document 3 représente les résultats obtenus.

Taux de LH en mol/L	10^{-14}	10^{-13}	$5\ 10^{-14}$	10^{-13}	$5\ 10^{-14}$	$8\ 10^{-14}$	$6\ 10^{-14}$	10^{-13}	10^{-14}
Temps en heures	3	4	6	8	10	12	14	16	18

Document 3

*Le document 4 représente la variation du taux de testostérone secrétée au cours du temps chez un homme normal.

*Le document 5 représente la variation normale du taux de testostérone en fonction du taux de LH.



Document 4

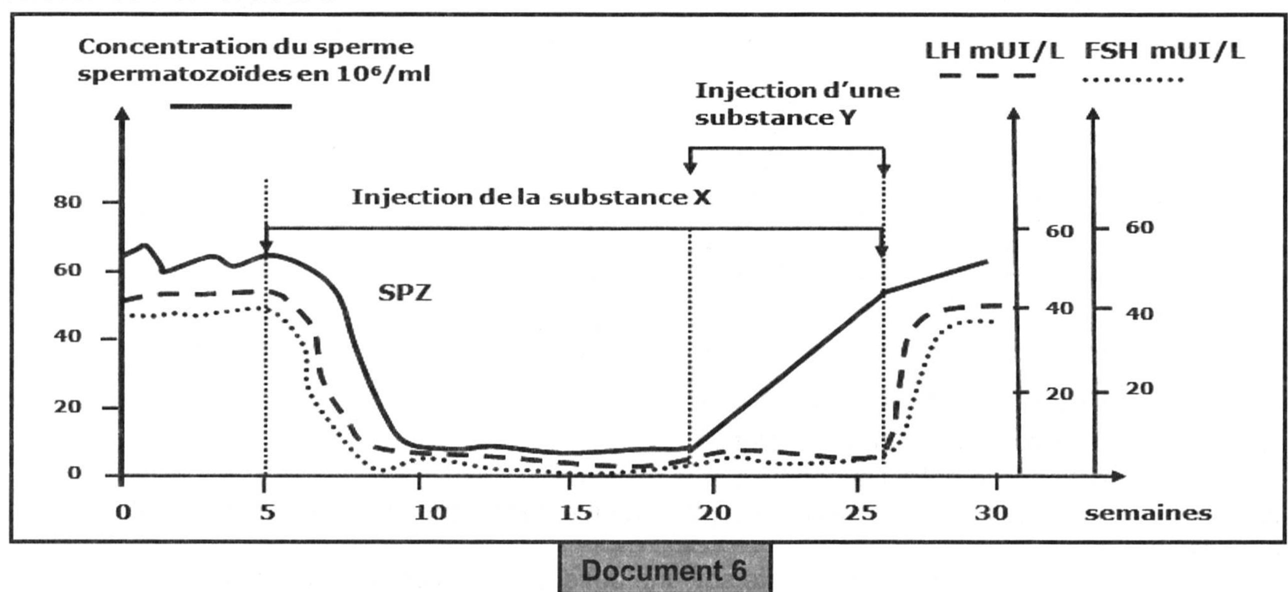
Document 5

1°) Exploitez les documents 3 et 5 afin de donner une estimation du taux moyen de sécrétion de testostérone chez monsieur X.
2°) Comparez ce taux à celui de l'homme normal (document 5) et montrez que cela permet d'expliquer le problème physiologique de monsieur X.
3°) Emettez deux hypothèses quant à l'origine du problème de monsieur X.
4°) Proposez un protocole expérimental qui permet de vérifier l'une des hypothèses proposées précédemment. (Prévoyez le résultat et déduire une conclusion) .

C / Dans le but de préciser les interactions hormonales entre les testicules et l'hypophyse, on a réalisé les expériences suivantes :
On injecte à un sujet normal des substances testiculaires :

- ❖ Une substance X du 5ème au 26ème semaines.
- ❖ Une substance Y à la 19ème semaines.

Le document 6 représente les effets de ces injections sur la production des spermatozoïdes et sur la sécrétion de FSH et de LH.

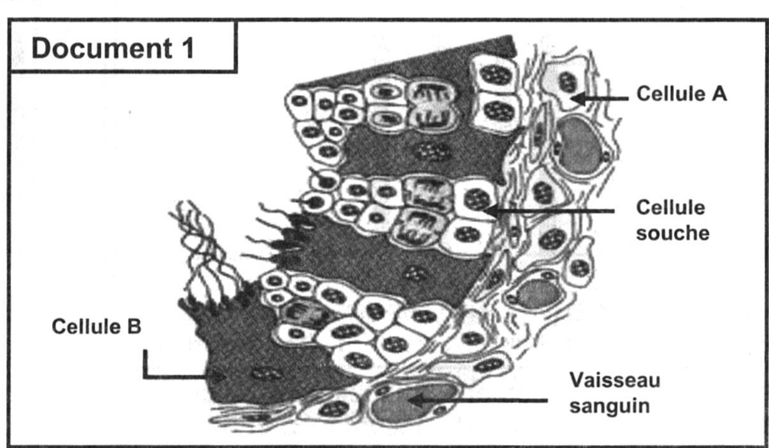


Document 6

A partir de l'analyse du document 6 et à l'aide de vos connaissances, identifiez chacune des substance X et Y en précisant leurs mécanismes d'action.

Exercice N°8 :

Le document 1 ci-contre représente une microphotographie d'une coupe partielle du testicule.



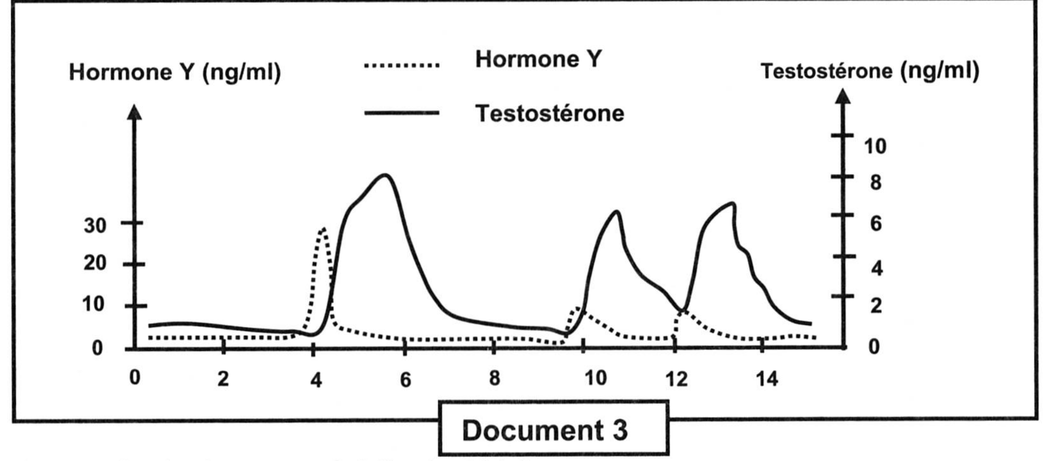
1°) Nommez les cellules A et B.
2°) Montrez que cet organe appartient à un sujet pubère.

On suit les effets des injections de gonadostimulines sur les cellules A et B et sur les C.S.II chez un animal hypophysectomisé. Les résultats sont présentés dans le document 2 suivant :

Expériences	Cellules A	Cellules B	Caractères sexuels secondaires
3. Injections régulières d'un hormone X	Inactivées	Activées	Régressés
4. Injections régulières d'un hormone Y	Activées	Inactivées	Développés

Document 2

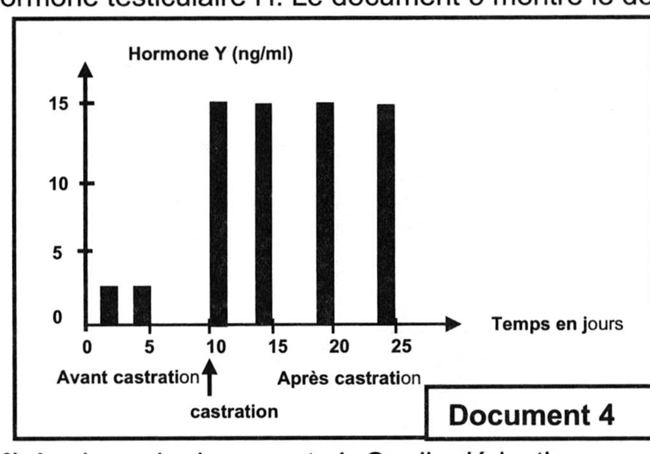
3°) A partir de l'étude du document 2 et de vos connaissances, identifiez les hormones X et Y.
4°) Expliquez le développement des caractères sexuels secondaires après injection de l'hormone Y.
Le dosage de la concentration plasmatique de l'hormone Y et de l'hormone testiculaire : la testostérone chez un animal adulte fournit les résultats présentés par le document 3 suivant :



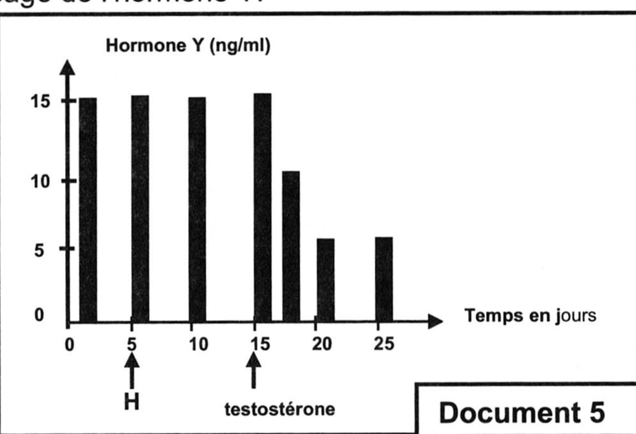
Document 3

5°) Analysez les tracés du document 3 à fin de déduire :
- Le mode de sécrétion de ces deux hormones.
- La relation fonctionnelle entre l'hypophyse et le testicule.

Le document 4 montre les résultats de dosage plasmatique de l'hormone Y chez un singe adulte avant et après castration.
*Après castration d'un singe mâle, on injecte soit une dose de testostérone, soit une dose d'une hormone testiculaire H. Le document 5 montre le dosage de l'hormone Y.



Document 4



Document 5

6°) Analysez le document 4 .Quelle déduction proposez –vous ?
7°) A partir de l'analyse du document 5 et de vos connaissaces , tirez une déduction ?

CORRECTION

Exercice N°1 :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
b-d	d	b-c	d	a-c	a	b	b-c	d	a

Exercice N°2 :

1°)

1	2	3	4	5
cellule de Leydig	spermatide	spermatogonie	spermatocyte II	enveloppe conjonctive
6	7	8	9	10
vaisseau sanguin	spermatocyte I	lumière du tube séminifère	spermatozoïde	Cellule de Sertoli

2°) *Présence des différents types de cellules germinales .
* présence des spermatozoïdes au niveau de la lumière du tube séminifère .
3°) *celiule 1 = cellule de leydig : sécrétion de la testostérone .
***cellule 10 = cellule de sertoli :** synthétise une protéine de liaison : l'ABP , secrète l'inhibine et assure le soutien et la nutrition des spermatozoïdes.
4°)

	Schéma A	**Schéma B**	**Schéma C**
Nom de la cellule	**Spermatocyte I**	**Spermatogonie**	**Spermatocyte II**
Type de division	Méiose : division réductionnelle	Mitose	Méiose : division équationnelle
Étape de cette division avec justification	**Anaphase I** Ascension polaire de **n= 2** chromosomes **dédoublés** à chaque pôle de la cellule.	**Anaphase de mitose** Ascension polaire de **2n = 4** chromosomes à seule chromatide à chaque pôle de la cellule	**Anaphase II** Ascension polaire de **n= 2** chromosomes à une seule chromatide à chaque pôle de la cellule
Résultat : - nombre de cellules obtenues - nombre de chromosomes par cellule	-2 spermatocytes II **- n = 2** chromosomes dédoublés	**- 2** spermatogonies **- 2n = 4** chromosomes simples	- 2 spermatides **- n = 2** chromosomes simples

5°) a- Analyse de l'expérience 1 :
La castration bilatérale d'un animal adulte fertile entraine la stérilité de l'animal et la régression des caractères sexuels secondaires (C.S.II) .
Analyse de l'expérience 2 :
La destruction des cellules de la zone A (zone B intacte) provoque la stérilité et n'a aucun effet sur les caractères sexuels secondaires.
Déduction :
*Le testicule (présentant les structures A et B) assure la fertilité et le maintien des caractères sexuels secondaires .
*La zone A est le lieu de la production des spermatozoïdes (fonction exocrine du testicule)
* La zone B est responsable du développement des C.S.II (fonction endocrine du testicule) .

b-
***Expérience 1 :** La castration bilatérale de l'animal entraine une augmentation de la sécrétion de LH et FSH donc les testicules agissent sur l'hypophyse en freinant la sécrétion de la LH et FSH .
***Expérience 2 :** La destruction des cellules de la zone A (tube séminifère) entraine l'augmentation du taux de FSH alors que le taux de LH reste constant donc les cellules endocrines du tube séminifère inhibent la sécrétion de FSH.

<u>Exercice N°3 :</u>

A/
***Analyse des documents 1 et 2 :**
-Cellules a : Le nombre des cellules a au début de la spermatogenèse =2 UA se dédouble en 4UA puis en 8 UA alors que le nombre des chromosomes par cellule a reste toujours constant = 42 chrs
-Cellules b : Le nombre de cellules b (se forme après les cellules a) est égale au nombre de cellules a (8 UA)alors que le nombre de chromosomes par cellule b est le même que celui des cellules a = 42 chrs
-Cellules c : Le nombre de cellules c (se forme après les cellules b) est 2 fois le nombre de cellules b **(=16 UA)** alors que le nombre de chromosomes par cellule c est la moitié des cellules b = 21 chrs.
-Cellules d : Le nombre de cellules d (se forme après les cellules c) est 2 fois le nombre de cellules c **(= 32 UA)** alors que le nombre de chromosomes par cellule d est le même que celui des cellules c = 21chrs .
-Cellules e : Le nombre de cellules e (se forme après les cellules d) est égale au nombre de cellules d **(= 32 UA)** alors que le nombre de chromosomes par **cellule e** est le même que celui des cellules d = 21 chrs..

1) Explication :
Les cellules a subissent 2 mitoses .Les mitoses conservent le même nombre de chromosomes (2n) aux cellules filles.
Les cellules a s'agrandissent sans changement du nombre de chrs pour donner les cellules b (2n chrs).
Les cellules b se divisent avec une réduction à moitié du nombre de chrs (de 2n à n chrs) pour donner les cellules c : il s'agit d'une division réductionnelle .
Les cellules c se divisent avec conservation du nombre de chromosomes (n chrs) pour donner les cellules d : il s'agit d'une division équationnelle .
Les cellules d subissent des transformations cytologiques sans changement du nombre de chrs (n chrs) pour donner les cellules e .

2) Les phases de la spermatogenèse :
*Les cellules a subissent la mitose : c'est la phase de **multiplication.**
* Le passage des cellules a aux cellules b montre la phase **d'accroissement.**
* Le passage des cellules b aux cellules c d'une part et des cellules c aux cellules d montre **la phase de maturation ou méiose.**
* Le passage des cellules d aux cellules e montre la phase **de différenciation ou spermiogenèse**

3)
* Les cellules a sont les **spermatogonies.**
* Les cellules b sont les **spermatocytes I.**
* Les cellules c sont les **spermatocytes II.**
* Les cellules d sont les **spermatides.**
* Les cellules e sont les **spermatozoïdes.**

B/

1°)

Figure 1 : Cellule de spermatide ou spermatozoïde car le caryotype montre n=23chrs simples .
Figure 2 : Cellule du spermatocyte I ou spermatogonie car le caryotype montre 2n= 46 chromosomes dupliqués.
Figure 3 : Cellule du spermatocyte II car le caryotype montre n=23 chromosomes dupliqués .

2°)

Ordre : de la périphérie du tube séminifère vers la lumière on trouve :

spermatogonie ⟶ Spermatocyte I ⟶ spermatocyte II ⟶ spermatide ⟶ spermatozoïde

Figure 2 ⟶ Figure 3 ⟶ Figure 1

C/

1°)

***Test 1 :** l'injection de GnRH au rat A corrige sa stérilité donc la stérilité du rat A est due à l'absence ou à l'insuffisance de GnRH .
***Test 2 :**l'injection de GnRH ne corrige pas la stérilité de B .L'injection de LH ou de testostérone corrige la stérilité de ce rat donc la stérilité du rat B n'est pas due à l'absence ou l'insuffisance du GnRH mais plutôt à un manque de LH et par conséquent manque de testostérone d'où le blocage de la spermatogenèse chez le rat B .
***Test 3 :** la restauration des caractères secondaires chez le rat D montre que l'hypophyse du rat C a stimulé grâce à la LH la sécrétion de la testostérone chez le rat D .
Donc l'hypophyse du rat C ne produit pas la FSH et par conséquent absence de protéine de liaison (ABP) nécessaire pour la stimulation de la spermatogenèse ce qui explique la persistance De la stérilité du rat D.

2°)

***Exploitation :**

	Sujet B	**Sujet X**
Points communs	Sécrétion pulsatile de la testostérone chez les 2 sujets	
Les différences	Un taux très faible ≤ 100 ng/dl Fréquence (2 pics / 6h)	Sujet témoin : plusieurs pics serrés de testostérone (3 pics / 6h) et un taux compris entre 300 et 600 ng/dl

	Sujet B	**Sujet X**
Points communs	Sécrétion pulsatile de LH chez les 2 sujets	
Les différences	Les pics de LH sont à fréquence et amplitude plus importantes que chez le sujet X Fréquence (6 pics/ 6h) Amplitude : taux compris entre 3 et 7 mUI/ ml)	Sujet témoin : plusieurs pics serrés de LH avec fréquence de 3 pics /6h et d'amplitude compris entre 2 et 5 mUI/ml

***Déduction :**

Malgré la sécrétion de LH est importante , elle est sans effet sur la sécrétion de la TT donc l'anomalie du sujet B est due à la sécrétion de LH qui est anormale donc sans effet sur les cellules cibles

N.B : l'hypersécrétion de LH chez sujet B est due au levée de RC(-) exercée par la TT.

Exercice N°4 :

A/ 1°)

	Analyse	Déduction
a	On prélève l'hypophyse d'un rat pubère et on la cultive sur un milieu approprié, on remarque qu'elle ne libère pas de gonadostimulines.	L'hypophyse seul placé dans un milieu nutritif ne libère pas des gonadostimulines **.**
b	On répète l'expérience précédente en ajoutant au milieu de culture des extraits d'hypothalamus provenant d'un rat normal **H** il y a production une sécrétion de gonadostimulines.	L'hypothalamus sécrète une **neuro-hormone GnRH** qui stimule l'hypophyse pour la sécrétion des gonadostimulines .
c	On refait l'expérience a en ajoutant au milieu de culture cette fois des extraits hypothalamiques provenant d'un rat castré. On observe une abondante sécrétion de gonadostimulines.	Chez le rat castré le taux de testostérone est nul donc il y a une levée de l'inhibition exercée par la testostérone sur l'hypothalamus d'où l'hypersécrétion de GnRH et par conséquent il y a une abondante sécrétion des gonadostimulines.
d	On refait l'expérience réalisée en **b** mais on ajoute au milieu de culture, des extraits hypothalamiques provenant d'un rat auquel on a injecté une forte dose de testostérone. La sécrétion de gonadostimulines par l'hypophyse devient très faible .	L'injection d'une forte dose de testostérone **renforce** le RC(-) exercé par la testostérone sur **le CHH** d'où la diminution de la sécrétion de GnRH et par conséquent les gonadostimulines.

B/

1°)

Expérience 1 :

Exploitation	Déductions
***Avant injection de H_1 :** Le taux de TT chez R_1 et R_3 est faible entre 20 et 24ng/dL. ***Suite aux injections de H_1 :** Le taux de TT de R_1 augmente entre 350 et 700 ng/dL alors que celui de R_3 hypophysectomisé demeure faible à 24ng/dL	*L'hormone H_1 a stimulé la sécrétion *de* TTT par les cellules de Leydig d'où H_1 peut-être la LH ou la GnRH. *H1 n'a pas stimulé la sécrétion de TT chez R_3 hypophysectomisé d'où H_1 est la GnRH. *La stérilité de R_1 est due à un défaut de GnRH par dysfonctionnement de l'hypothalamus.

2°)

Expérience 2 :

Exploitation	**Déductions**
Le rat R3 : L'injection régulière d'extraits hypophysaires du rat R_2 stérile renfermant H_2 au rat R3 entraîne la restauration des CSII mais non la spermatogenèse	*La restauration des CSS du rat R_3 témoigne la présence dans les extraits hypophysaires du rat R_2 d'une hormone hypophysaire la LH. *La stérilité du Rat R_2 est due à l'absence de FSH et du taux faible de TTT D'où R_2 à une anomalie au niveau de l'hypophyse et une anomalie au niveau des cellules de Leydig D'où l'hormone **H_2 est** la LH.

Exercice N°5 :

1°)
Le taux de testostérone dosé chez Mr. X est très faible (2 ng/ml) : très inférieur au taux dosé chez l'individu normal (50 ng/dl). On sait que la testostérone est l'hormone testiculaire qui stimule le développement des CSII à partir de la puberté. Ainsi son absence chez «Mr. X explique l'absence de développement des CSII et leur état juvénile.
2°)
H1 : Les troubles seraient dus à un dysfonctionnement des cellules de Leydig.
H2 : Les troubles seraient dus à un dysfonctionnement hypophysaire.
H3 : Les troubles seraient dus à un dysfonctionnement hypoyhalamique.
Justification :
*le complexe hypothalamo-hypophysaire contrôle l'activité testiculaire.
* cellules de Leydig sécrètent du TTT.
3°)
a-
***Exploitation du Document 1 :**
Suite à l'injection de « H1 » on constate après quelques temps une augmentation rapide et importante (jusqu'à 45 ng/dL) de la testostéronémie suivie d'une diminution. Ces variations du taux de testostérone montrent que les cellules de Leydig sont capables de secréter la testostérone sous l'influence de **« H1».** Ces cellules sont donc fnctionnelles chez Mr. X et par suite on peut éliminer l'hypothèse H1.

Exploitation des documents, des connaissances et explications	
-Doc 3 et 4 : chez les rats hypophysectomies, l'injection de **« H1 »** qui est effet sur la testostéronémie qui reste toujours faible.	**« H1»** n'a d'effet qu'en présence de l'hypophyse. Elle agit donc sur cet organe et ne peut provenir que de ce dernier. Par suite « H_1» ne peut pas être la LH (hormone hypophysaire) qui aurait du corriger certains troubles de l'hypophysectomie. Donc **H_1 = GnRH**

Exploitation des documents, des connaissances et explications	
-Doc 2 et 3 : Chez des rats dont l'hypothalamus est lésé le taux bas de testostérone reste bas même suite à l'injection de « H1 »d'une manière **continue** alors que ce taux augmente jusqu'à un taux normal (3ng/ml) si l'injection de « H1 » est manière **discontinue**	-L'hormone « H1 » est donc la GnRH **(neurohormone hypothalamique)** - la GnRH est secrétée d'une manière **pulsatile** et stimule indirectement la sécrétion de testostérone en stimulant l'hypophyse

b- Chez Mr. X l'injection de « GnRH » d'une manière pulsatile corrige le taux de testostérone donc les troubles ne sont pas dus à un trouble de l'hypophyse et par suite H2 à éliminer.
4°)
Les troubles chez Mr. X sont causés par un dysfonctionnement de l'hypothalamus.
-->On propose l'injection régulière de GnRH d'une manière pulsatile et convenablement dosé ou l'injection de testostérone ou encore l'injection de LH et FSH à doses convenables. (On exigera une seule proposition) .

Exercice N°6 :

1°) a+b

Sujet	Analyse	Nature des troubles	Etat des CSS
normal	La sécrétion de la TTT est pulsatile avec une fréquence : 1 pulse /2h et un taux qui varie entre 300 à 700 ng/dL et la sécrétion d'ABP est presque constante de 50 UA		
A	La sécrétion de la TTT est identique à celui du sujet normal alors que la sécrétion d'ABP est constante et faible < à 10 UA	*Taux faible d'ABP	Taux de TTT normal donc CSS normaux (développés)
B	La sécrétion de la TTT est faible et constante < à 50 ng/dL et le taux d'ABP est normal = à 50 UA	*Taux faible de TTT	Taux de TTT faible donc CSS atrophiés (régressés)

c-

***Sujet A : -Cause 1 :** Dysfonctionnement hypophysaire : défaut de sécrétion de FSH .
-Cause 2 : Dysfonctionnement des cellules de Sertoli : défaut de sécrétion d'ABP.

***Sujet B : -Cause 1 :** Dysfonctionnement hypophysaire : défaut de sécrétion de LH .
-Cause 2 : Dysfonctionnement des cellules de Leydig : défaut de sécrétion de TTT.

2°)

*Chez le sujet A le taux de TTT est normal donc il y a stimulation des cellules de Leydig par la LH donc les cellules de Leydig doivent être nombreuses et développées **(document 4 C)** et ceci par comparaison avec document 4 a du sujet normal.

*Chez le sujet B le taux d'ABP est normal donc il y a stimulation des cellules de Sertoli par la FSH donc les cellules de Sertoli doivent être développées. **(document 4 b)** et ceci par comparaison avec document 4 a du sujet normal.

3°) a-

Expérience	Exploitation	Déduction
1	*Avant l'injection de l'hormone testiculaire H1 le taux de l'hormone hypophysaire H3 est faible par rapport à la normal (compris entre 15 et 17 ng/ml). *Après l'injection de H1 le taux de H3 diminue jusqu'à presque s'annuler . *Après l'injection de H1 le taux de H4 reste presque constant à 19ng/ml	H1 agit par **Rc(-)** sur la sécrétion de H3 et sans effet sur la sécrétion H4 .
2	*Après l'injection de l'hormone testiculaire H2 le taux de l'hormone hypophysaire H3 reste constant à 15 ng/ml *Avant l'injection de H2 , le taux de H4 = 36 ng/ml est élevé par rapport à la normal (compris entre 18 et 20 ng/ml). *Après l'injection de H2 le taux de H4 diminue jusqu'à une valeur normale.	H2 agit par **Rc(-)** sur la sécrétion H4 et sans effet sur la sécrétion H3

Expérience 3 :

*L'injection de H2 radioactive montre que la radioactivité est visible au niveau du noyau arqué de l'hypothalamus donc H2 se fixe sur les cellules cibles (cellules de l'hypothalamus) : elle présente des récepteurs spécifiques au niveau des neurones hypothalamiques donc H2 est la **testostérone.**

Sachant que H1 et H2 sont des hormones testiculaires donc :

-H1= c'est **l'inhibine** agit par Rc(-) seulement sur la sécrétion de FSH donc **H3= FSH**

- H2 = c'est **la testostérone** agit par Rc(-) sur la sécrétion de LH donc **H4 = LH**

b-

***cause des troubles chez A :** Dysfonctionnement hypophysaire : défaut de sécrétion de FSH car le taux de FSH faible avant même l'injection de l'inhibine.

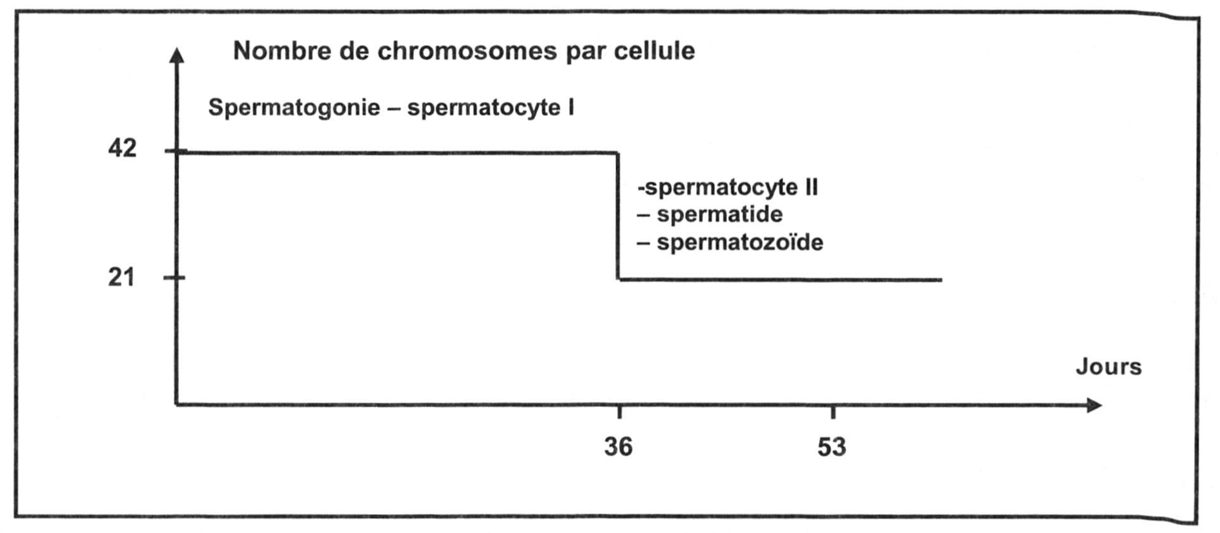
***cause des troubles chez B :** Dysfonctionnement des cellules de Leydig : d'où le taux élevé de LH due à la levée de Rc(-) vue le taux faible de TTT.

Exercice N°7 :

A/ 1°) a-

Analyse	Explication
*Dès le début de la spermatogenèse jusqu'à 36 jours le nombre de chromosomes par cellule est constant égale à 42 chromosomes *De 36 jours à 53 jours , le nombre de chromosomes par cellule passe de 42 à la 21 (réduction de nombre de chromosomes à la moitié)	Au début de la spermatogenèse les cellules germinales sont à 2n chromosomes égale à 42 chromosomes : se sont des cellules diploïdes (spermatogonie puis spermatocyte I) La diminution du nombre de chromosomes de 42 à 21 s'explique par la télophase I de la division réductionnelle de la méiose divisant le spermatocyte I à 42 chromosomes (cellule diploïde) , en deux cellules haploïdes contenant chacune n = 21 chromosomes (2 spermatocytes II) puis par une division équationnelle en 4 cellules haploïdes contenant toujours chacune n=21chrs jusqu'à la fin de la spermatogenèse.


b-



2°) Le nombre de chromosomes par cellule est constant à 42 pendant plus de 53 jours (durée total de la spermatogenèse) ce qui montre que la spermatogenèse chez les rats du lots 2 est bloquée **donc** les rats du lot 2 sont **stériles .**

B/

1°) Le document 3 montre que le taux de LH oscille entre 10^{-14} et 10^{-13} (la sécrétion de LH est pulsatile) D'après le document 5, pour l'intervalle [10^{-14}, 10^{-13}] le taux de testostérone sécrétée est compris entre 20 et 80 ng/10^6 cellules. soit 50 ng/10^6 cellules en moyenne.

2°) D'après le document 4 la sécrétion normale de testostérone est pulsatile et oscille entre 200 et 26Ong/10^6 cellules. Le taux de testostérone chez Mr X est très inférieur au taux normal (entre 20 et 80 ng/10^6. Cellules). Cela explique le blocage de la spermatogenèse chez Mr X car la spermatogenèse est activée par la testostérone.

3°) Hypothèses :

- H1 : dysfonctionnement au niveau des cellules hypophysaire à LH.

- H2 : dysfonctionnement de l'hypothalamus (faible sécrétion de GnRH).

4°) Des dosages des taux de GnRH effectués au niveau de la tige pituitaire de Mr.X montre une hypersécrétion de GnRH avec une variation pulsatile.

Conclusion : Les cellules hypothalamiques sont normales et sécrètent des doses convenables de GnRH donc la cause de sécrétion faible de testostérone est un dysfonctionnement au niveau des cellules de LH .

C/

Analyse	Déduction	Explication
***Avant injection de substance X: de 0 à 5 semaines :** -La concentration du sperme en spz est constante (62 millions de spz/ml). -Les concentrations de LH et FSH sont constantes = 40 mUI/L ***Durant les injections de X de 5 à 19 semaines :** -La concentration des spz dans le sperme diminue de 60 à 5millions/ml pendant les 5 premières semaines puis reste constant jusqu'à 19 semaines . -Les concentrations de LH et FSH diminuent en 3 semaines jusqu'à presque s'annuler. ***De 19 à 26 semaines** : l' injection d'une substance Y est suivie d'une augmentation progressive de la concentration du sperme en spz jusqu'à 60 millions de spz/ml mais les taux de LH et FSH restent presque nul . *Après l'arrêt de l'injection des substances X et Y (après 26 semaines) les concentrations de LH , FSH et les spermatozoïdes dans le sperme reviennent à leurs valeurs initiales .	***La substance X** à forte dose inhibe la sécrétion de FSH et LH : c'est **la testostérone** ***La substance Y** associé avec la testostérone permet d'augmenter la concentration des spzs dans le sperme : c'est la **protéine de liaison ABP.**	*On sait que la TT à forte dose agit par Rc(-) sur la sécrétion de LH et FSH d'où la chute de ces hormones . *On sait aussi que la FSH stimule la production d'ABP par les cellules de Sertori. L'ABP produite s'associe avec la TT entraine l'activation de la spermatogenèse d'où l'augmentation de la concentration des spermatozoïdes dans le sperme.

<u>Exercice N°8 :</u>

1°) A : cellule de Leydig B : cellule de Sertoli

2°) Présence des différents types de cellules germinales, présence des SPZ donc l'organe est pubère.

3°)

***Suite à l'injection de Y il** y a activation des cellules de Leydig (A) et le développement des caractères sexuels secondaires alors que les cellules B restent inactives.

On sait que les caractères sexuels sont contrôlés par les cellules de Leydig stimulées par la LH hypophysaire d'où **Y est la LH.**

***Suite à l'injection de X il** y a activation des cellules B de Sertoli seulement sans développement des caractères sexuels secondaires ni action sur les cellules de Leydig d'où **X est la FSH.**

4°)

Injection de LH → LH véhiculée par voie sanguine→ fixation de LH sur les récepteurs au niveau des cellules de Leydig → stimulation des cellules de Leydig → sécrétion de testostérone augmente → action sur les cellules cibles de TTT → développement des caractères sexuels secondaires.

5°)

Analyse	déduction
Les sécrétions de LH et de testostérone sont variables à l'échelle de l'heure, montrent des pics périodiques toutes les 2 heures environ	Les sécrétions de ces hormones sont pulsatiles
Toute variation de LH est suivie d'une variation de testostérone dans le même sens : tout pic de TTT est précédé par un pic de Y= LH avec un léger décalage dans le temps .	Relation de causalité : la LH stimule la sécrétion de testostérone

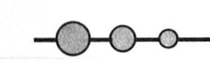
6°)

Analyse	Déduction
• Avant castration: le taux de LH est constant = 2.5 ng/ml • Après castration: le taux de LH augmente et se stabilise à 15 ng/ml	Le testicule exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH.

7°)

Analyse	Déduction
***Avant injection de H :** le taux de LH est constant = 15 ng/ml; ***Injection de H :** aucun changement de sécrétion de LH	L'hormone testiculaire H n'inhibe pas la sécrétion de LH : il s'agit de l'inhibine.
Injection de testostérone : chute du taux de LH	c'est la testostérone qui inhibe la sécrétion de LH par rétrocontrôle négatif

THÈME	I



REPRODUCTION HUMAINE ET SANTÉ

CHAPITRE -2- LA FONCTION REPRODUCTRICE CHEZ LA FEMME

L'ESSENTIEL DU COURS

I/ Organisation de l'appareil génital de la femme :

Organes	Nombres et Noms	Fonctions
Les gonades	deux ovaires	*production des gamètes femelles *sécrétion des hormones sexuelles femelles
Des voies génitales	2 pavillons	réception des gamètes femelles
	2 trompes ou oviductes	lieu de la fécondation et conduisent les gamètes femelles ou la cellule œuf vers l'utérus
	1 utérus	lieu de nidation en cas de grossesse
La verge	Vagin	Organe de copulation : où se fait l'éjaculation du sperme

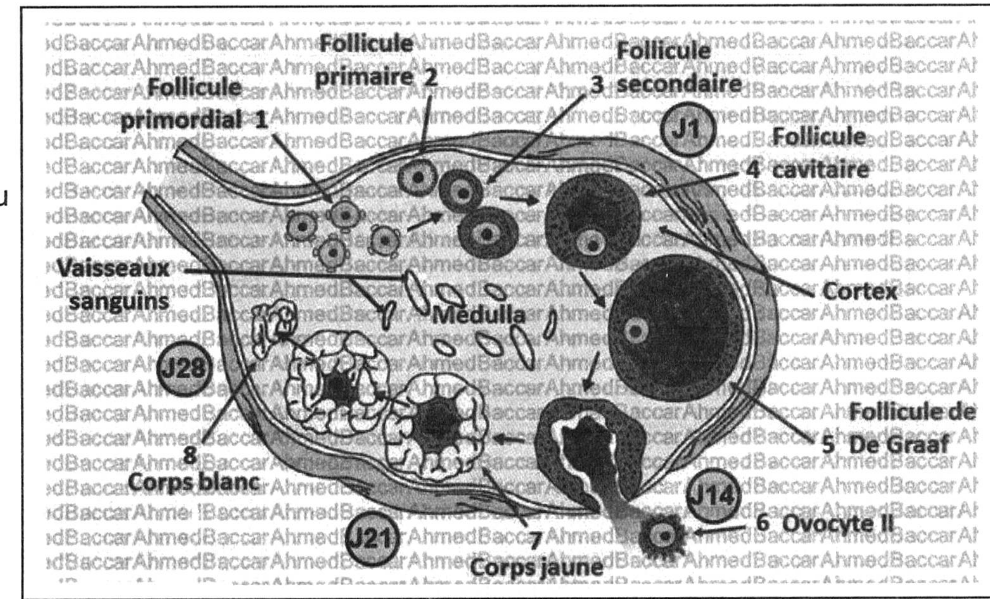
II/ Structure de l'ovaire et la folliculogenèse :

1°) Structure de l'ovaire adulte :

L'ovaire adulte est constitué :

- D'une zone médullaire ou médulla centrale riche en capillaires sanguins.

- D'une zone corticale ou cortex périphérique qui renferme des follicules et un corps jaune.

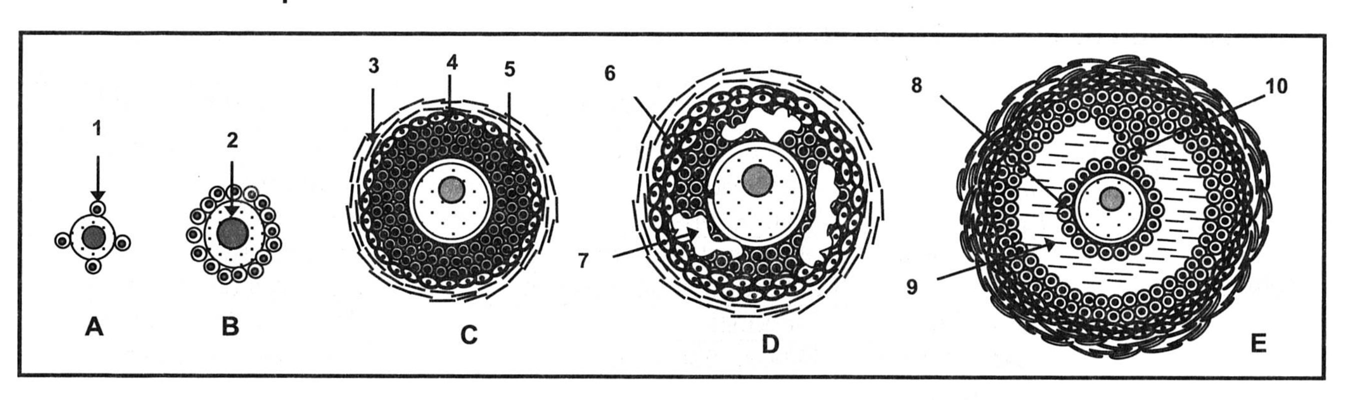


2°) La folliculogenèse :

L'ovocyte I se trouve enfermé dans des structures cellulaires appelées **follicules.**

La **folliculogenèse** est un ensemble des transformations que subit un follicule primordial pour donner un follicule mûr: c'est une évolution folliculaire depuis le stade primordial jusqu'à le stade mûr.

La folliculogenèse est un processus qui débute à la 20ème semaine du développement embryonnaire des fœtus féminins, et se poursuit jusqu'à la ménopause.

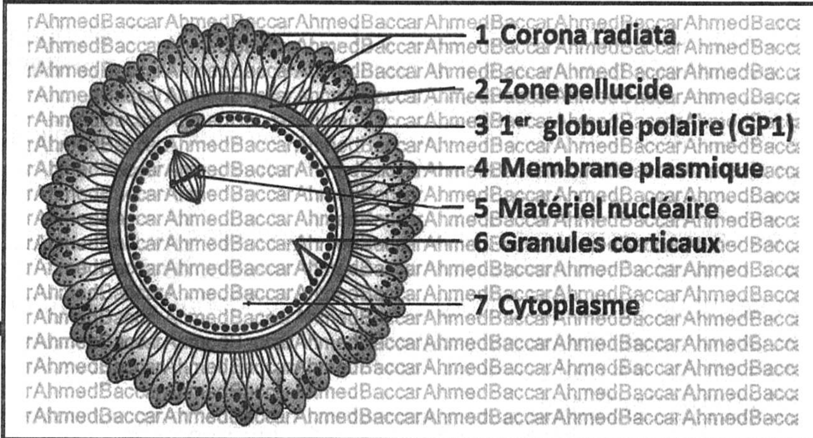


1	2	3	4	5
Cellule folliculaire	Ovocyte I	Thèque externe	Thèque interne	granulosa
6	7	8	9	10
Zone pellucide	Cavité folliculaire	Corona radiata	Antrum	Cumulus oophorus

A : follicule primordial	B : follicule primaire	C : follicule secondaire	D : follicule tertiaire =cavitaire	E : follicule mûr ou de De Graaf
L'ovocyte I s'entoure de quelques cellules somatiques aplaties, les cellules folliculaires.	Le follicule grossit. Les cellules folliculaires forment une couche continue autour de l'ovocyte I.	Le follicule primaire continue à se développer. Une couche se forme entre l'ovocyte et les cellules folliculaires **(zone pellucide).** Les cellules folliculaires prolifèrent pour former plusieurs couches de cellules, formant la **granulosa**. Les thèques commencent à apparaître autour de la granulosa	Il y a formation d'une ou plusieurs **cavités folliculaires** dans la granulosa : remplies de liquide folliculaire.	Formation d'une seule cavité folliculaire en forme de croissant : l'antrum, remplie de liquide folliculaire. L'ovocyte I bloqué en prophase I, entouré d'une zone pellucide et d'une couche des cellules folliculaire : la corona radiata, flotte dans cette cavité et est rattaché à la granulosa par le **cumulus oophorus.**

III/ Structure du gamète femelle et l'ovogenèse :

1°) Structure du gamète femelle :



Le gamète femelle : c'est l'ovocyte II bloqué en métaphase II présente les particularités :

* **Particularités cytologiques:**

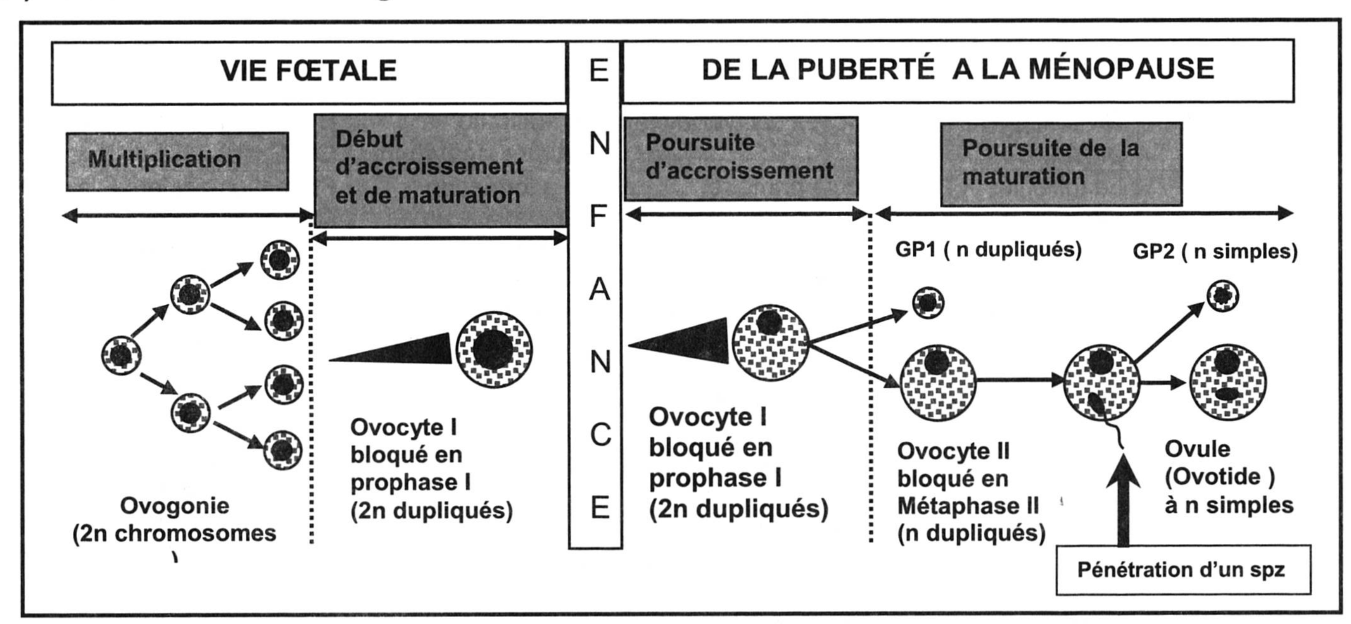
- Cellule volumineuse, sphérique de 100µm de diamètre.
- Cellule immobile entourée d'une zone pellucide et de la corona radiata.
- Cellule à cytoplasme abondant riche en substances de réserve.
- Cellule accompagnée d'une petite cellule; c'est le premier globule polaire.

* **Particularités chromosomiques :** Le gamète femelle à l'ovulation est un ovocyte II à noyau haploïde (n = 23 chromosomes dédoublés) **excentrique** et bloqué en métaphase II de formule chromosomique : n= 22 autosomes +X

2°) Comparaison du spermatozoïde et de l'ovocyte II :

		Ovocyte II	spermatozoïde
Points communs		les deux gamètes sont des cellules haploïdes à n= 23 chrs	
Points différents	**forme**	Sphérique	Allongée
	taille	Volumineuse	Réduite
	cytoplasme	abondant et riche substances de réserve.	réduit et absence de substances de réserve
	Mobilité	Immobile	Mobile grâce au flagelle
	Achèvement de la méiose	Méiose achevée	Méiose inachevée

3°) Le déroulement de l'ovogenèse :



L'ovogenèse est un processus de formation et de développement des cellules sexuelles dans l'ovaire. L'ovogenèse débute avant la naissance (vie fœtale) s'arrête pendant l'enfance et se poursuit après la puberté jusqu'à la ménopause d'une façon cyclique.

L'ovogenèse comprend 3 phases non distinctes : la multiplication (avant la naissance), l'accroissement et la maturation (de la puberté jusqu'à la ménopause)

Pendant la vie fœtale :

Les cellules germinales souches: les ovogonies se multiplient par mitoses successives pour donner ≈ 6 à 7 millions d'ovogonies diploïdes mais beaucoup d'entre elles dégénèrent .Les ovogonies commencent le début de la phase d'accroissement pour donner des **ovocytes I diploïdes.** Les ovocytes I subissent le début de la phase de maturation, mais la division réductionnelle se bloque en prophase I. A la naissance, les deux ovaires referment ≈ 1 millions d'ovocytes I bloqués en prophase I

Pendant l'enfance:

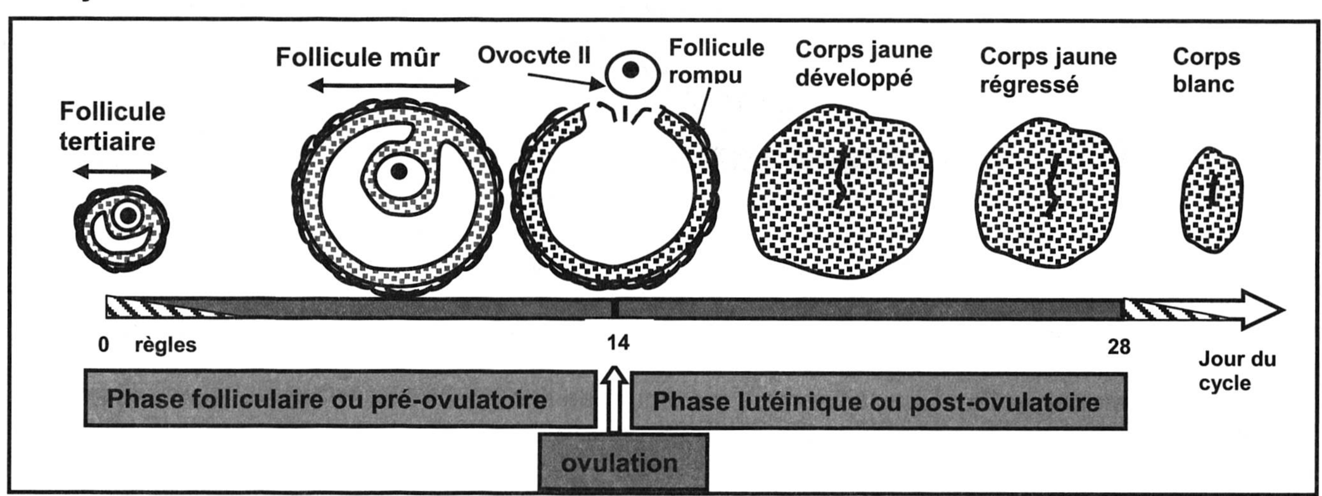
L'ovogenèse est bloquée (Repos), mais les ovocytes I continuent à dégénérer pour atteindre 400 000 au début de la puberté.

***Depuis la puberté jusqu'à la ménopause et au cours de chaque cycle :**
Les ovocytes I reprennent leur phase d'accroissement, caractérisée par la synthèse de matière de réserve, vers le 13ème jour du cycle, un seul ovocyte I complète sa division réductionnelle (reprise de la maturation) pour donner deux cellules haploïdes à n chromosomes dupliqués: un ovocyte II et un 1er globule polaire. L'ovocyte II subit la division équationnelle mais cette division se bloque en métaphase II . A ce stade l'ovocyte II est expulsé de l'ovaire, c'est l'ovulation. L'ovocyte II rejoint l'ampoule de la trompe.
***En cas d'une fécondation:** La pénétration d'un spermatozoïde dans l'ovocyte II déclenche la reprise de la division équationnelle (fin de la maturation) qui se termine pour donner deux cellules haploïdes à n chromosomes simples: un ovule (ovotide) et un 2ème globule polaire.
Remarques :
-En absence d'une fécondation : l'ovocyte ne termine pas la méiose et il est évacué avec les menstruations.
-Les globules polaires prisonniers dans l'espace péri-ovocytaire autour de l'ovocyte II dégénèrent par la suite, lors du développement de l'embryon.
4°) Comparaison entre la spermatogenèse et l'ovogenèse :

	Phase	spermatogenèse	ovogenèse
Points communs	*les 2 mécanismes aboutissent à des cellules haploïdes *la multiplication se fait par mitose.		
Points de différences	**multiplication**	On obtient un nombre élevé de spermatogonies au cours de la vie sexuelle	On obtient un stock d'ovogonies vers le 6ème mois de la vie fœtale
	accroissement	accroissement faible	accroissement important
	maturation	méiose continue, donnant 4 spermatides à partir d'un spermatocyte I	méiose discontinue (*2 blocages)* donnant un ovotide à partir d'un ovocyte I.
	différenciation	importante	Absente

* La spermatogenèse commence à la puberté , alors que l'ovogenèse commence avant la naissance.
* la spermatogenèse se déroule entièrement dans les testicules alors que l'ovogenèse se déroule en partie dans l'ovaire et en partie dans la trompe .

IV/ Le cycle ovarien :



Le cycle ovarien dure en moyenne 28 jours et comporte trois phases :

***La phase folliculaire : la phase pré-ovulatoire :**

De durée moyenne de 14 jours.

Pendant cette phase une dizaine de follicules tertiaires font une croissance simultanée, mais, un seul follicule évolue en follicule mûr, les autres dégénèrent, c'est l'atrésie folliculaire.

***La phase ovulatoire : l'Ovulation :**

C'est la libération de l'ovocyte II dans le pavillon, vers le 14ème jour du cycle. Cette libération se fait par une rupture du follicule mûr.

***La phase lutéinique : la phase post-ovulatoire :**

C'est une phase de durée constante de 14 jours, le follicule mûr rompu se transforme en corps jaune : ce follicule conserve les thèques, se ferme, les cellules de la granulosa se développent, se chargent d'un pigment jaune appelé lutéine et deviennent des cellules lutéiniques.

Le corps jaune atteint son maximum de développement vers le 21ème jour du cycle sexuel.

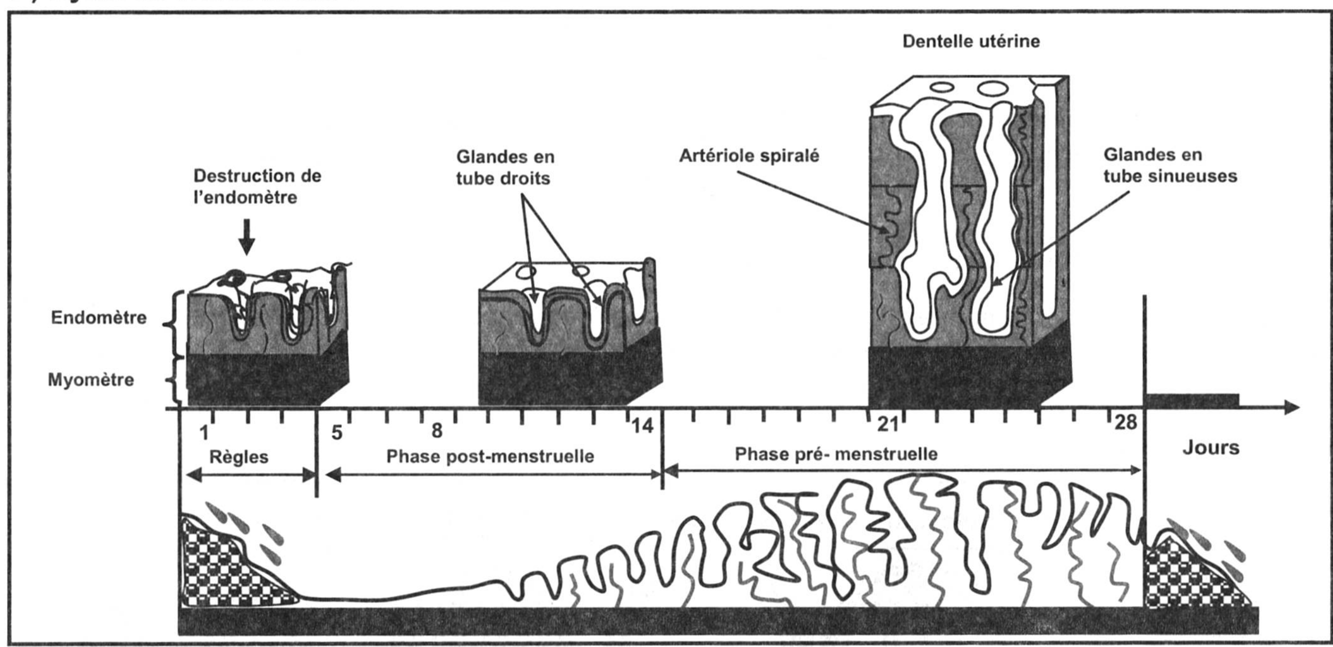
S'il y a fécondation, le corps jaune persiste et se transforme en corps jaune gestatif

S'il n'y a pas fécondation, le corps jaune régresse et se transforme à la fin du cycle en corps blanc qui finit par dégénérer : il s'agit d'un corps jaune cyclique.

V/ Cycle utérin :

Ensemble de transformations affectant l'utérus (endomètre , myomètre et glaire cervicale) pendant un cycle sexuel .

1°) Cycle de l'endomètre :



Le cycle menstruel dure en moyenne 28 jours et comporte 3 phases :

***La phase menstruelle :** Mort de la partie supérieure de l'endomètre par arrêt de la circulation sanguine, elle se détache entraînant des saignements qui durent 4 à 5 jours et qui marquent le début d'un nouveau cycle.

***La phase post menstruelle :** Épaississement progressif de l'endomètre avec prolifération des vaisseaux sanguins et des glandes en tube.

***La phase prémenstruelle :** Épaississement maximum de l'endomètre avec spiralisation des artérioles. Les glandes en tube se remplissent de sécrétions (mucus et glycogène) aboutissant à la dentelle utérine.

2°) Cycle du myomètre : Du **1-14j =** contractions rythmiques ; Du **14-28j**= silence utérin

3°) Cycle de la glaire cervicale :
***Pendant l'ovulation :** la glaire cervicale est filante à maillage lâche permet et même facilite le passage des spermatozoïdes.
***En dehors de l'ovulation** : la glaire cervicale est dense à maillage serré constitue un véritable obstacle infranchissable par les spermatozoïdes.

VI/ Cycle de la température :
*Pendant la phase folliculaire , la température est légèrement inférieure à 37°C .
*Pendant la phase lutéinique , la température est légèrement supérieure à 37°C .

V/ Cycle des hormones ovariennes :
Les ovaires contrôlent l'activité cyclique de l'utérus par 2 hormones ovariennes :
Les œstrogènes dont le plus important est l'œstradiol et la progestérone .
Ces 2 hormones sont de nature lipidique .

Hormones	Sécrétions	Origine de sécrétion	Cellules et organes cibles	Les effets (rôles)
Œstrogènes	*cyclique *pulsatile *2 pics de sécrétion : - un 1er pic, 24h avant l'ovulation. - un 2ème pic, vers le 21ème jour du cycle.	***phase folliculaire :** thèques internes des follicules et granulosa . ***Phase lutéale :** Cellules du thèque interne du corps jaune	*cellules de l'endomètre * cellules du myomètre . * organes génitaux * centre thermo-régulateur.	*Prolifération et sensibilisation des cellules de l'endomètre à l'action de la progestérone . *contraction rythmique du myomètre . *développement et maintien des C.S.II *maintenir une température du corps < à 37°C. *A faible dose l'OE exerce un Rc(-) sur le C.H.H *A forte dose l'OE exerce un Rc(+) sur le C.H.H
Progestérone	*cyclique *pulsatile *1 pics de sécrétion vers le 21ème jour du cycle. *Taux nul pendant la phase folliculaire .	***Phase lutéale :** Cellules lutéiniques du corps jaune	*cellules de l'endomètre * cellules du myomètre . * organes génitaux * centre thermo-régulateur.	*formation de dentelle utérine *silence utérin *augmentation de la température du corps > à 37°C

***Déterminisme hormonale de la menstruation :**
En absence de fécondation il y a régression du corps jaune à la fin du cycle d'où la chute des hormones ovariennes ce qui entraine la destruction de la partie supérieure de l'endomètre et par conséquent l'apparition des règles.

VI/ Contrôle du fonctionnement ovarien :
1°) Rôle de l'hypophyse : Le fonctionnement de l'ovaire est sous contrôle direct de deux hormones appelées gonadotrophines ou gonadostimulines sécrétées par l'hypophyse antérieur : LH et FSH .
Ces hormones sont de nature protéique .

Hormones	Profil de sécrétion (analyse)	rôles
FSH	*Au début de cycle le taux de FSH présente une légère augmentation puis il diminue *un pic moyen entre 13ème et 14ème j * diminution, durant la phase lutéinique *une légère augmentation vers la fin du cycle (J25) entraine le recrutement de nouveau cycle .	*stimule le développement des follicules ovariens (hormone de Folliculogenèse) *la diminution du de FSH (J6) entraine l'atrésie folliculaire *stimule la croissance folliculaire et donc la sécrétion des ostéogène par ces follicules.
LH	Au début du cycle le taux de LH est faible, présente un grand pic entre le 13ème et 14ème j du cycle ensuite le taux va diminuer jusqu'à la fin du cycle	*LH stimule la transformation de l'ovocyte I en ovocyte II *Le pic important de LH(ou avec pic de FSH) déclenche l'ovulation. *permet la transformation de follicule rompu en corps jaune. *la LH stimule la sécrétion des œstrogènes et la progestérone par le corps jaune.

2°) *Rôle de l'hypothalamus :*

L'hypothalamus contrôle la sécrétion hypophysaire par l'intermédiaire d'un neuro-hormone : la GnRH ou gonadolibérine sécrétée par des neurones hypothalamiques au niveau des capillaires sanguins de la tige hypothalamo-hypophysaire (tige pituitaire) .

La sécrétion de GnRH est pulsatile dont la fréquence varie suivant la phase du cycle : ***la fréquence des pulses augmente au moment de l'ovulation.***

VII/ Le rétrocontrôle ovarien :

Les ovaires exercent un rétrocontrôle sur le complexe hypothalamo-hypophysaire grâce aux œstrogènes et à la progestérone :

****Au début de la phase folliculaire de j6 -j12:***

Une légère augmentation d'œstradiol (faible dose) est suivie d'une diminution de la sécrétion de GnRH et des gonadostimulines donc l'œstradiol à faible dose agit par rétrocontrôle négatif Rc(-) sur la sécrétion des hormones hypothalamique (GnRH) et hypophysaires (LH et FSH)

****Pendant la phase pré ovulatoire de j12-j14:***

il y a sécrétion importante et rapide d'œstradiol (par follicule mûr) qui entraine une augmentation des taux de FSH et LH (pics au 13j) il s'agit de **rétrocontrôle positif .**

****Pendant la Phase lutéale de j14-j26 :***

La progestérone et l'œstrogène sécrétés par le corps jaune inhibe le complexe hypothalamo-hypophysaire d'où diminution de la sécrétion de LH et FSH : il s'agit de **rétrocontrôle négatif.**

****Vers la fin du cycle j26-j28:***

la chute du taux des hormones ovariennes suite à la régression du corps jaune entraine une **levée du Rc(-)** exercé sur le complexe H-H d'où le taux de FSH commence à augmenter pour assurer le développement de nouveau follicules et donc un nouveau cycle qui commence .

***Déterminisme hormonal de l'ovulation :**

Vers le 13ème jour du cycle , l'augmentation importante de la sécrétion d'œstrogène par le follicule mûr entraîne une augmentation des pulses de GnRH (rétrocontrôle positif) responsable d'un pic important de LH et un pic moins important de FSH qui déclenchent l'ovulation .

Remarque : un pic seul de LH provoque l'ovulation .

Bilan : Rétrocontrôle ovarien :

	1- 5j	5-10j	10-13j	Début de la phase lutéale	Fin de la phase lutéale
Hormone ovarienne	*OE à très faible dose	*OE augmente légèrement	*OE à forte dose	*Progestérone . augmente	*Pr. très faible
Hormones hypophysaires	*FSH augmente	*FSH diminue	* pics de LH et FSH	*taux de LH et FSH diminue	*taux de FSH augmente
Type de Rc	Levée de RC(-)	RC(-)	RC(+)	RC(-)	Levée de RC(-)
Conséquence sur l'ovaire	Croissance folliculaire	Atrésie folliculaire	Ovulation	Blocage de la folliculogenèse	Développement de nouveau follicules

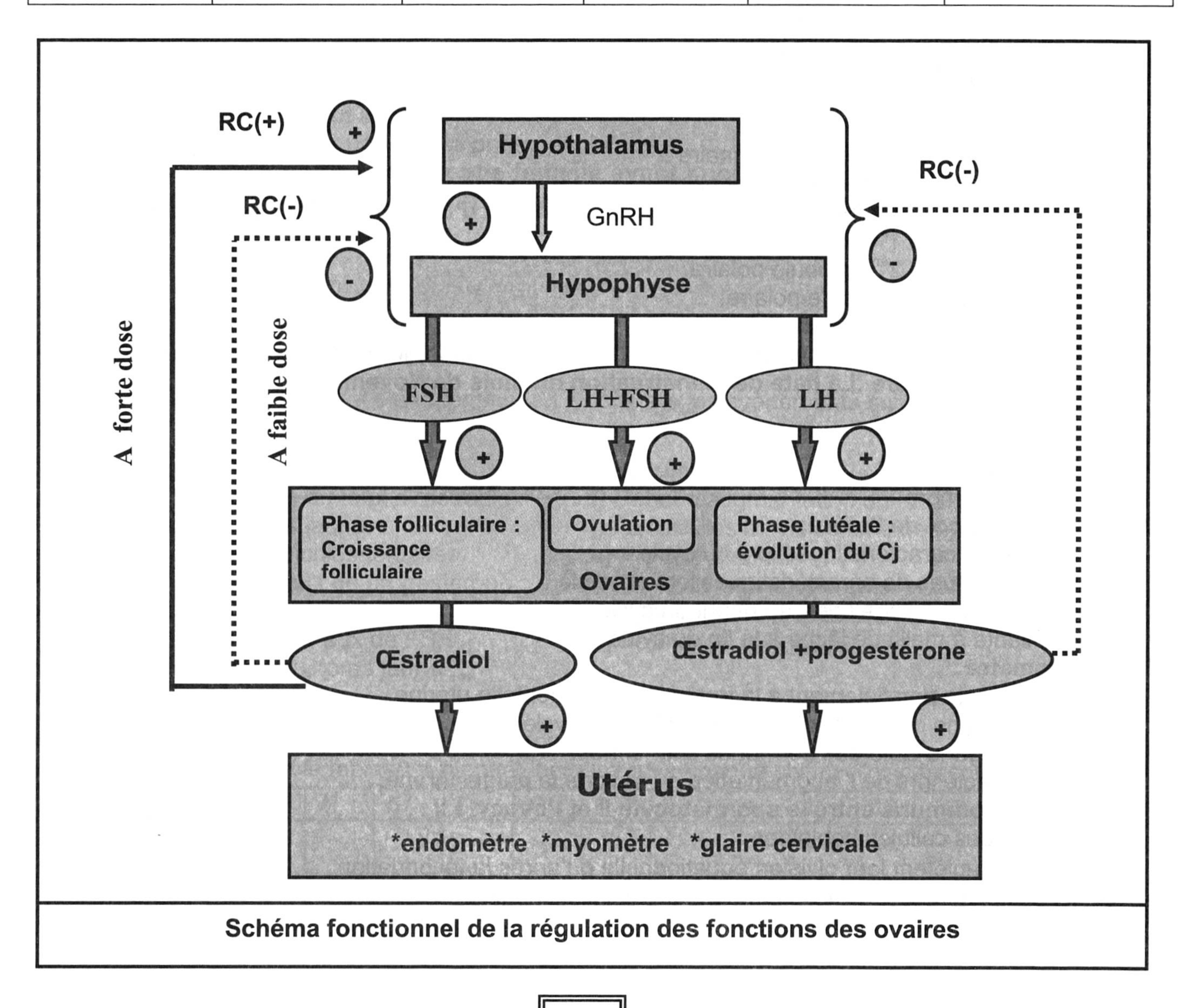


Schéma fonctionnel de la régulation des fonctions des ovaires

EXERCICES

Exercice N°1 :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

1°/ Le follicule tertiaire se caractérise par rapport au follicule secondaire par :
- **a-** la présence de quelques cavités dans la granulosa .
- **b-** la formation de la zone pellucide.
- **c-** l'apparition des thèques .
- **d-** la différenciation des thèques.

2°/ A la naissance, les cellules germinales contenues dans l'ovaire sont :
- **a-** des ovogonies.
- **b-** des ovocytes II.
- **c-** des ovocytes I seulement.
- **d-** des ovogonies et des ovocytes I.

3°/ La folliculogenèse commence à partir de la :
- **a-** puberté .
- **b-** naissance .
- **c-** 5ème semaine de la vie embryonnaire .
- **d-** 20ème semaine de la vie embryonnaire .

4°/ Au cours de l'ovogenèse, les cellules qui proviennent d'une même division cellulaire sont :
- **a-** l'ovocyte II et le 1er globule polaire.
- **b-** l'ovocyte II et le 2ème globule polaire.
- **c-** l'ovotide et le 1er globule polaire.
- **d-** l'ovotide et le 2ème globule polaire.

5°/ Une femme présente des cycles réguliers d'une durée de 30 jours .Son ovulation s'est produite le 24 Novembre .La date de menstruation du mois de Novembre est :
- **a-** le 10 Novembre .
- **b-** le 8 Novembre .
- **c-** le 14 Novembre .
- **d-** le 12 Novembre .

6°/ Le mucus du col de l'utérus :
- **a-** change de caractéristiques lors du cycle .
- **b-** ne change pas de caractéristiques lors du cycle .
- **c-** visqueux à maillage serré au début du cycle .
- **d-** est filante à maillage lâche à la fin du cycle .

7°/ Le myomètre :
- **a-** se contracte parallèlement à la formation de la dentelle utérine.
- **b-** est à l'origine des menstruations au début du cycle.
- **c-** est un organe cible des hormones ovariennes.
- **d-** se contracte lors de l' augmentation du taux de la progestérone.

8°/ les points communs entre le spermatocyte II et l'ovocyte II :
- **a-** ils sont des cellules haploïdes .
- **b-** ils ne complètent leur division équationnelle qu'après la fécondation.
- **c-** ils complètent leur division et donnent 2 cellules inégales .
- **d-** ils terminent leur évolution dans les gonades .

9°/ Parmi les points communs à la spermatogenèse et l'ovogenèse c'est qu'elles :
- **a-** commencent à partir de la puberté.
- **b-** aboutissent à la formation des cellules haploïdes.
- **c-** se déroulent entièrement dans les gonades.
- **d-** possèdent une phase de multiplication.

10°/ La menstruation chez la femme est déterminée directement par :
- **a-** une chute des taux de FSH et LH .
- **b-** une augmentation des taux des gonadostimulines .
- **c-** une diminution des taux des œstrogènes et de la progestérone .
- **d-** une augmentation des taux des œstrogènes et de la progestérone.

11°/ Une baisse du taux des hormones ovariennes stimule la sécrétion de FSH ceci caractérise :
- **a-** le début du cycle sexuel pour accélérer la croissance des follicules .
- **b-** la période post-ovulatoire pour la maturation du corps jaune ,
- **c-** a période pré ovulatoire pour la maturation du follicule et l'ovulation .
- **d-** la fin du cycle sexuel pour redémarrer un nouveau cycle .

12°/ Le rétrocontrôle exercé par le taux d'œstradiol :
- **a-** est négatif jusqu'à l'ovulation, positif après l'ovulation.
- **b-** est positif jusqu'à l'ovulation, négatif après l'ovulation.
- **c-** est négatif pendant tout le cycle.
- **d-** est positif uniquement pendant la phase ovulatoire.

13°/ L'injection continue de GnRH à une femelle ayant subi une lésion hypothalamique :
- **a-** rétablit la sécrétion normale des hormones hypophysaires
- **b-** n'a aucun effet.
- **c-** rétablit le cycle Utérin.
- **d-** rétablit le cycle ovarien.

<u>Exercice N° 2 :</u>

Au cours du cycle sexuel normal d'une femme, on a constaté les évènements suivants placés dans le désordre :

a) Pic de LH
b) Augmentation lente du taux d'œstradiol.
c) Formation du corps jaune.
d) Croissance des follicules tertiaires.
e) Augmentation du taux de progestérone et d'œstradiol
f) Légère diminution du taux de FSH.
g) Dégénérescence du corps jaune.
h) **<u>Ovulation.</u>**
i) Début d'augmentation du taux de FSH.
j) Atrésie des follicules tertiaires.
k) Pic d'œstradiol.
l) Chute du taux d'œstradiol et de progestérone.
m) Chute de FSH et de LH.
n) Formation du follicule mûr.

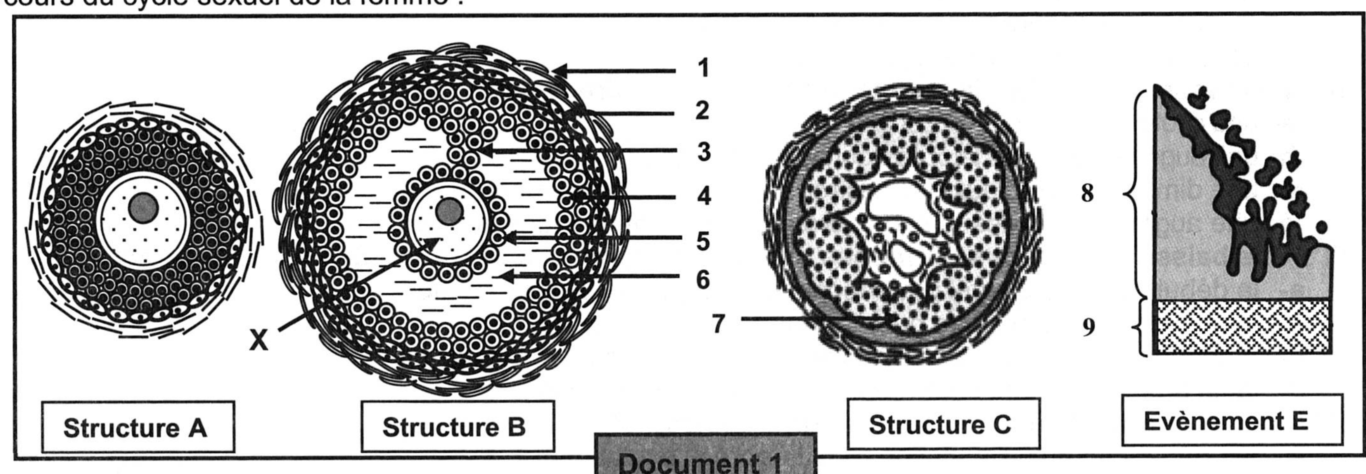
1°) Placez ces évènements dans l'ordre chronologique du cycle sexuel.
Reproduisez pour cela le tableau suivant et indiquez pour chaque chiffre l'évènement correspondant.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

2°) Précisez le déterminisme hormonal et la conséquence directe de l'évènement « h » (en gras et souligné).

Exercice N° 3 :

Le document 1 suivant représente des structures ovariennes ainsi qu'un évènement observables au cours du cycle sexuel de la femme .



1°) a- Nommez les structures A, B et C .

b- Légendez le document 1 en reportant les chiffres sur votre copie .

c- Citez, les modifications structurales subies par la structure A pour donner la structure B .

2°) Présentez sous forme d'un tableau le nom, les cellules sécrétrices, les cellules cibles et les effets physiologiques des hormones secrétées par certaines structures du document 1.

3°) Au cours d'un cycle sexuel , la structure B évolue en structure C :

a- Décrivez les transformations subies par la structure B pour donner la structure C .

b- Représentez dans un système d'axes le profil de sécrétion des hormones ovariennes dans l'intervalle (depuis l'apparition de la structure B jusqu'à l'apparition de la structure C) pour un cycle sexuel de 30 jours .

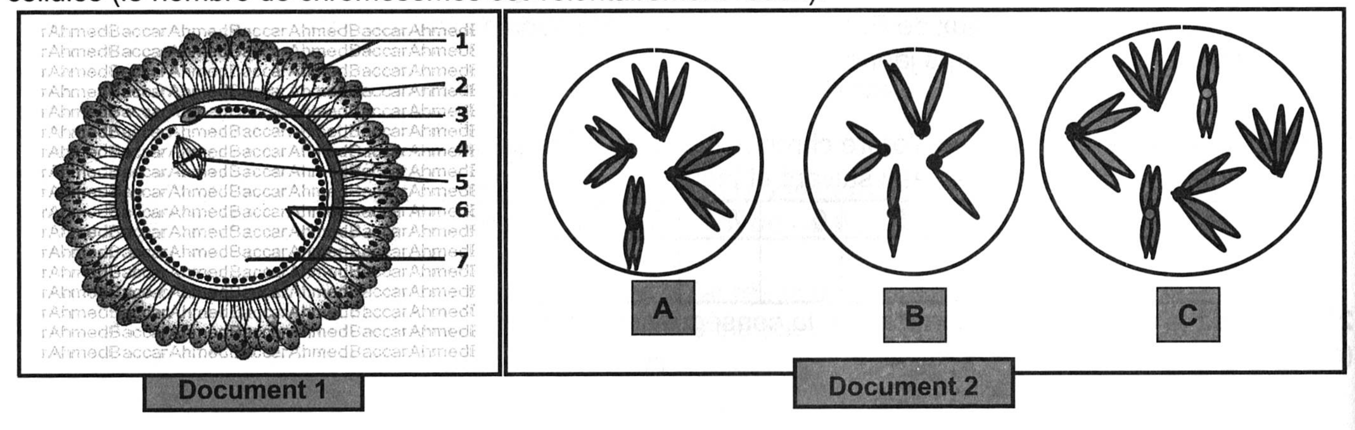
c- Etablissez la relation entre l'évolution de la structure C et l'évènement E.

4°) Représentez l'élément X au cours de son évolution pendant l'anaphase II et la télophase II en considérant 2n=6 dont l'une des paires chromosomiques est sexuelle.

Exercice N° 4 :

*Le document 1 représente une structure prélevée d'une partie des organes génitaux femelles .

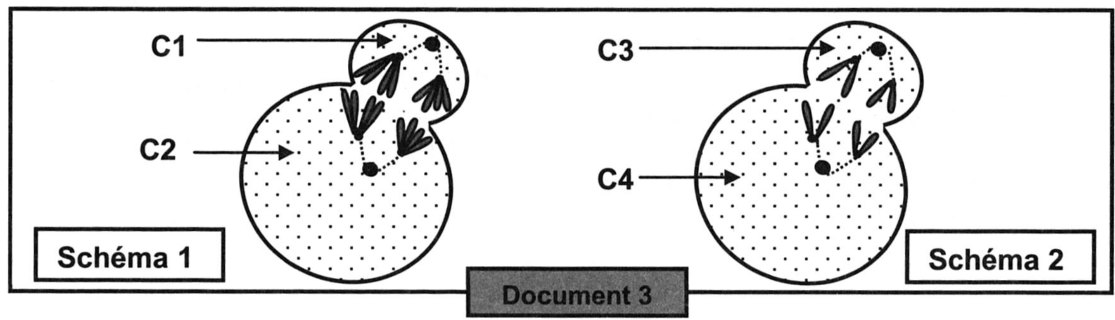
*Les figures A, B et C du document 2 représentent des garnitures chromosomiques de certaines cellules (le nombre de chromosomes est volontairement réduit).



1°) Titrez et légendez le document 1 en reportant les chiffres sur votre copie .
2°) Faites correspondre, dans le tableau ci-après que vous reproduisez sur votre copie, chacune des cellules du document 1 à une cellule du document 2 . Justifier à chaque fois la réponse.

Cellules	1	3
Correspond à :		
Justification		

3°) Expliquez le déterminisme hormonal de l'évènement ayant permis l'obtention de la structure du document 1.
4°) Les schémas du document 3 correspondent à deux phases méiotiques observées successivement au cours d'un cycle fécondant dans des lieux différents de l'appareil génital de la femme.



Document 3

a- Complétez la légende du document 3.
b- Reportez et complétez le tableau suivant :

	Schéma 1	Schéma 2
Phase de l'ovogenèse		
Nom de la phase méiotique		
Localisation		
Moment du cycle		

c- Déterminez pour chacune des cellules C1 et C4 le nombre des chromosomes et leur aspect.
d-Décrivez l'évolution des structures du document 3 au cours d'un cycle sexuel normal.

Exercice N° 5 :

On se propose d'étudier le déterminisme des modifications constituant les cycles sexuels de la femme.
1°) Le document 1 représente des observations microscopiques de lames minces de l'endomètre ainsi que le taux de glycogène et de mucus sécrété par les glandes à trois périodes a ,b et c différentes d'un cycle sexuel de 28 jours.

Période du cycle	**a**	**b**	**c**
Aspect de l'utérus		**Couche basale**	**Glande en tube** **Capillaire sanguin**
Taux de (mucus +glycogène) en µg/ mm^2	0	0	13,2 (sécrétion maximale)

Document 1

a - Exploitez le tableau ci-dessus afin d'identifier les périodes a, b et c.

b- Classez ces périodes selon l'ordre chronologique d'un cycle sexuel.

2°) Pour comprendre l'origine des modifications cycliques chez la femme, on réalise les séries d'expériences suivantes sur des guenons qui présentent des cycles très proches de celui de la femme.

❖ **1ère série d'expériences :**

On prépare des cultures de fragments d'utérus d'une guenon macaque pris pendant la période « b » du cycle sexuel. Les résultats sont indiqués sur le document 2 suivant :

	Milieu de culture	Aspect de l'endomètre après la culture
❶	Milieu nutritif seulement +fragments d'utérus	- Absence des glandes - Pas de sécrétion de glycogène et de mucus
❷	Milieu nutritif +œstradiol +fragments d'utérus	- présence des glandes - pas de sécrétion de glycogène et de mucus
❸	Milieu nutritif + progestérone +fragments d'utérus	- Absence des glandes - pas de sécrétion de glycogène et de mucus
❹	Milieu nutritif +œstradiol +fragments d'utérus puis on ajoute la progestérone.	- Présence des glandes sinueuses avec sécrétion de mucus et de glycogène.

Document 2

a- Analysez chacune de ces expériences en vu de déterminer l'action des hormones ovariennes sur la muqueuse utérine .

*<u>**Expérience**</u> ❺ :

Suite à l'injection d'œstradiol à une guenon castrée ; on mesure la concentration en récepteurs à la progestérone au niveau des cellules de la muqueuse utérine ; selon le tableau du document 3 :

	Avant injection d'œstradiol	10h après injection	20h après injection
Concentration en récepteurs à la progestérone	+	++	+++

+ : faible
++ : moyenne
+++ : importante

Document 3

b- Analysez ce tableau afin de dégager une autre action de l'œstradiol sur la muqueuse utérine .

❖ **2ème série d'expériences :**

***Expérience ❶ :**

L'hypophysectomie chez une guenon macaque provoque des troubles multiples, notamment la disparition des cycles ovarien et utérin.

***Expérience ❷ :**

Les injections répétées d'extraits hypophysaires rétablissent les activités ovariennes et utérines. Si cette femelle est en outre privée de ses ovaires les injections restent sans effet sur l'utérus.

c- Analysez chacune des expériences.

❖ **3ème série d'expériences :**

Le document 4 représente les variations des concentrations des gonadostimulines et des hormones ovariennes correspondant aux expériences suivantes réalisées sur une guenon macaque :

***Expérience ❶ :**

L'injection d'une forte dose d'œstradiol.

***Expérience ❷:**

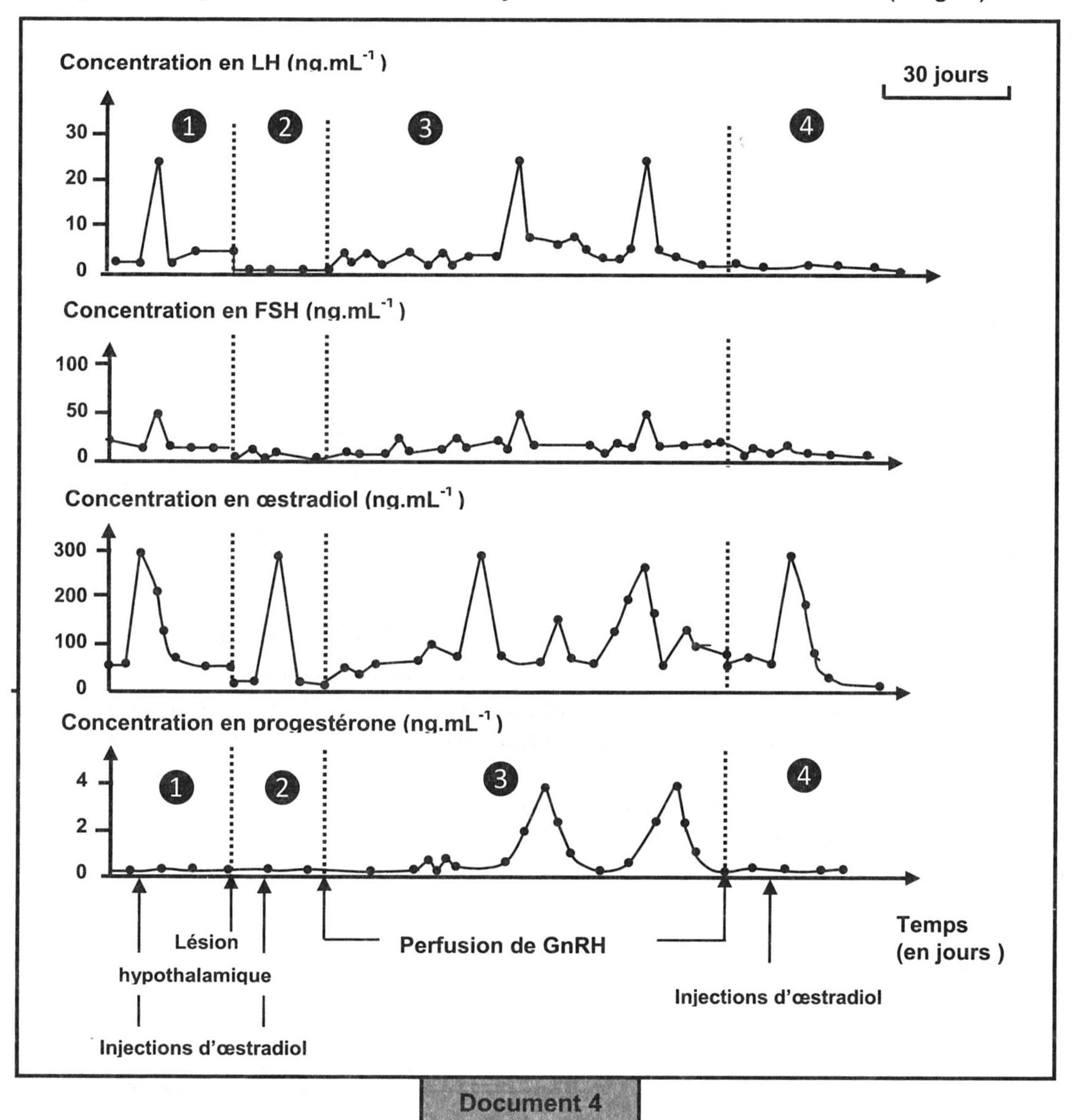
La destruction des neurones sécréteurs de Gn-RH au niveau de l'hypothalamus suivie d'une injection à forte dose d'œstradiol (2mg l^{-1}).

***Expérience ❸:**

Une perfusion pulsatile de Gn-RH à une femelle ayant subit la lésion de l'hypothalamus.

***Expérience ❹:**

L'arrêt de la perfusion pulsatile de Gn-RH et l'injection d'œstradiol à forte dose (2mg l^{-1}).



Document 4

d- Analysez les résultats obtenus , quelles conclusions peut-on déduire.

Exercice N° 6 :

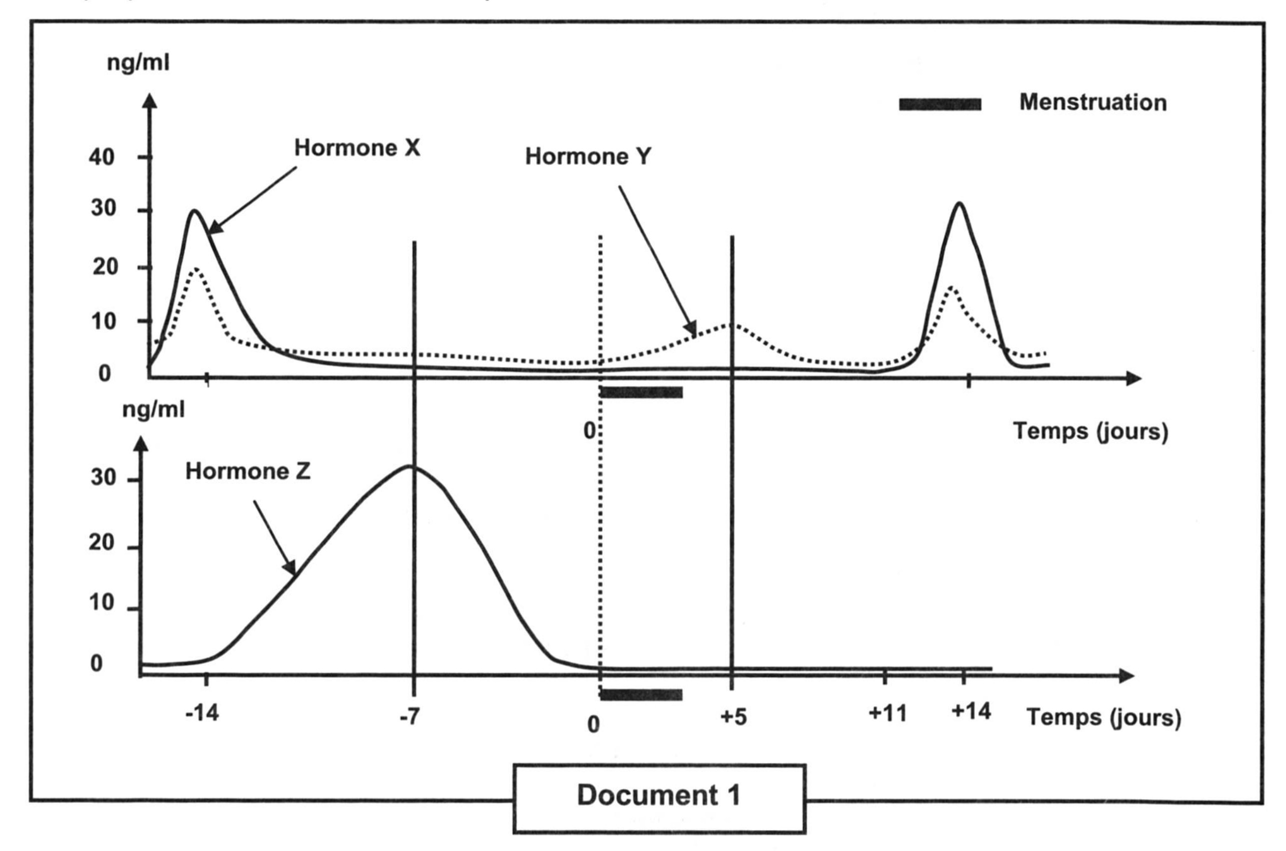
Dans le but d'étudier les relations entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les ovaires, on réalise les expériences suivantes sur des rates femelles pubères.

	Expériences	Résultats
1	Hypophysectomie	➢ Atrophie des ovaires et arrêt de leur activité cyclique. ➢ Régression de certains caractères sexuels .
2	Castration (ablation des 2 ovaires) et mesure des variations des taux de LH, de FSH et les oestrogènes	Œstrogène : ng/ml ······· LH : ng/ml – – · FSH : ng/ml —— 20 15 10 5 — 20 10 — 12 6 2 6 10 jours Castration
3	Mesure des variations de LH et FSH . ***Période A :** injections d'extraits d'ovaires prélevés au début du cycle . ***Période B :** injections d'extraits d'ovaires prélevés un jour avant l'ovulation . ***Période C :** injections d'extraits d'ovaires prélevés pendant la phase lutéale .	FSH : ng/ml – – · LH : ng/ml —— 18 12 6 3 — 80 60 40 20 0 5 10 15 20 25 30 35 A B C
4	Castration subtotale (on laisse en place un fragment d'ovaire)	Hypertrophie du fragment d'ovaire suite à son fonctionnement (avec un animal hypophysectomisé, pas d'hypertrophie de ce fragment)
5	Chaque jour du cycle , à 16 heures , on injecte à des rates une même dose de GnRH.On dose la concentration plasmique de LH immédiatement avant , puis dix minutes après l'injection de GnRH .	Concentration de LH dans le plasma en ng/ml 120 100 80 60 40 20 0 j-2 : 2 4 ; j-1 : 2 4 ; j : 21 110 ; j+1 : 2 6 Temps ■ Avant l'injection de GnRH □ 10 min après l'injection de GnRH N.B : j = jour du pic de LH

1°) Tirez une conclusion à partir de l'expérience 1.
2°) A partir de l'analyse des graphes des expériences 2 et 3 et vos connaissances déduire les relations entre l'hypophyse et les ovaires.
3°) Expliquez, à partir de vos connaissances, les résultats de l'expérience 4.
4°) Mettez en relation les expériences 3 et 5 et expliquez la sensibilité de l'hypophyse à la GnRH.
5°) En se basant sur les expériences proposées et vos connaissances, faites un schéma fonctionnel montrant les relations entre le complexe hypothalamo hypophysaire et les ovaires.

<u>Exercice N° 7 :</u>

Le document 1 suivant présente les résultats du dosage plasmatique de 3 hormones X , Y et Z impliquées dans la fonction reproductrice féminine.



Document 1

1°) A partir de l'analyse des courbes et de vos connaissances :
a- Identifiez les hormones X, Y et Z.
b- Délimitez une phase lutéinique et une phase folliculaire.
c- Précisez les interactions hormonales et structurales dans l'intervalle de temps [-7j,+5j].
2°) A partir de vos connaissances, expliquez puis déduisez la conséquence de :
a- La baisse du taux de l'hormone Y dans l'intervalle de temps [+6 j , +11].
b- L'augmentation brutale des taux des hormones X et Y dans l'intervalle de temps [+12j , +14j].

CORRECTION

Exercice N°1 :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a-d	c	d	a-d	b	a-c	c	a	b-d	c	a-d	d	b

Exercice N°2 :

1°)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
d	b	f	j	n	k	a	h	c	e	m	g	l	i

2°)

Evènement	**Déterminisme hormonal**	**Conséquence directe**
h	Pic d'œstradiol exerce un Rc (+) sur le C.H.H d'où un pic important de LH et un pic moins important de FSH	Expulsion de l'ovocyte II

Exercice N°3 :

1°) a-

structure	A	B	C
nom	Follicule secondaire	Follicule mûr ou de De Graaf	Corps jaune

b-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Thèque externe	Thèque interne	Cumulus oophorus	granulosa	Corona radiata	Antrum	Cellules lutéales	Endomètre	Myomètre

c- Modifications structurales de la structure A pour donner la structure B :

* Accroissement de l'ovocyte I.
* Prolifération des cellules folliculaires.
* Achèvement du développement et de différenciation des deux thèques.
* Apparition de cavités folliculaire,. qui se remplissent de liquide folliculaire et qui fusionnent ensuite en une seule grande cavité appelée antrum.

2°)

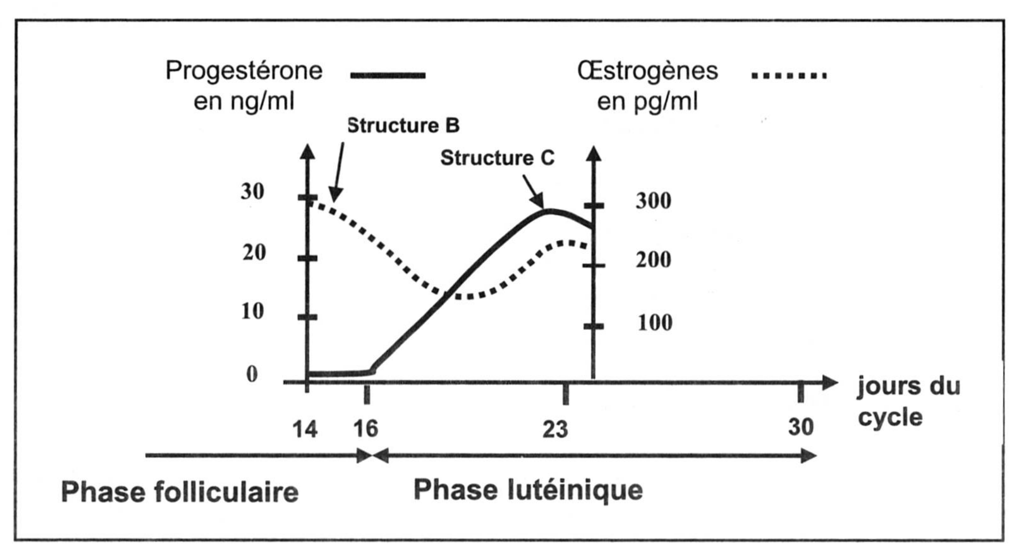
Hormone	**Structure**	**cellules sécrétrices**	**cellules cibles**	**effets physiologiques**
L'œstradiol	**B+C**	-granulosa -thèque interne des follicules tertiaire et mûr et du corps jaune	-cellules de l'endomètre -cellules du myomètre - cellules qui contrôlent les C.S.F -cellules du C.H.H -cellules du col de l'utérus	- prolifération cellulaire . - Contraction rythmique - Contrôle le développement et maintien des CSF - Rc(-) ou Rc(+) selon la dose . -glaire cervicale filante .
Progestérone	**C**	Cellules lutéiniques	-cellules de l'endomètre -cellules du myomètre - cellules du C.H.H -cellules du col de l'utérus	-formation de la dentelle utérine. - silence utérin -toujours Rc(-) . -glaire cervicale dense et imperméable .

3°) a-

Après l'ovulation , la structure B se rompt , libère le gamète femelle et devient un follicule rompu . Ce dernier se ferme , les cellules du granulosa se multiplient et se chargent d'un pigment jaune la lutéine et deviennent des cellules lutéiniques.

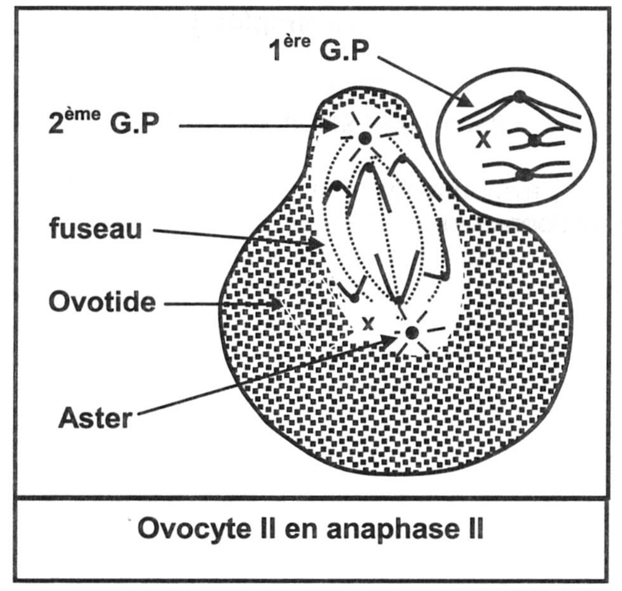
Les cellules lutéiniques s'enrichissent en capillaires sanguins et forment avec les deux thèques (interne et externe) le corps jaune .Ce dernier atteint son maximum de développement vers le 21ème du cycle (structure C) .

b-

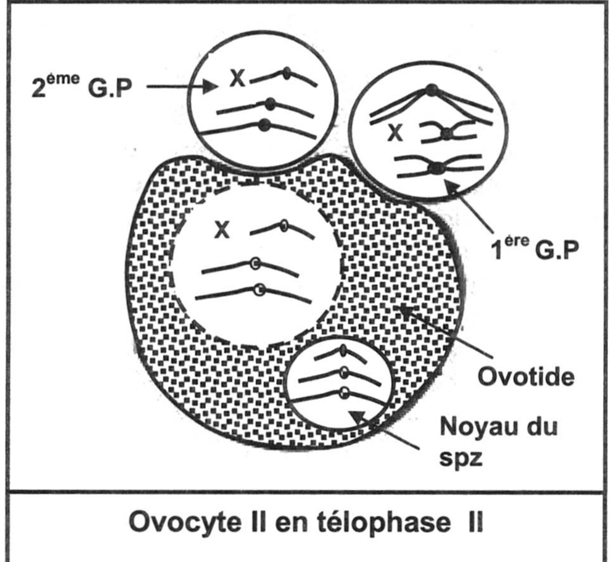


c- Vers la fin du cycle, la régression du corps jaune (structure C) se traduit par une baisse des taux sanguins d'œstrogènes et surtout de progestérone ce qui entraîné par privation hormonale la destruction de la partie supérieure de l'endomètre d'où l'apparition des menstruations (évènement E).

4°)



Ovocyte II en anaphase II



Ovocyte II en télophase II

Exercice N°4 :

1°) *Titre : ovocyte II ou gamète femelle .
*Légende :

1	2	3	4	5	6	7
Corona radiata	Zone pellucide	1ère globule polaire	Membrane plasmique	Matériel nucléaire	Granules corticaux	Cytoplasme

2°)

Cellules	1	3
Figure correspondante	C	A
Justification	Cellule somatique à 2n=8 chrs dupliqués	Cellule à n=4 chrs dupliqués issue de la D.R de l'ovocyte I

3°)
Vers le 13ème jour du cycle , l'augmentation importante de la sécrétion d'œstrogène par le follicule mûr entraîne une augmentation des pulses de GnRH (rétrocontrôle positif) responsable d'un pic important de LH et un pic moins important de FSH qui déclenchent l'ovulation (obtention de la structure du doc.1) .

4°)
a-
C1= 1^{ère}globule polaire; **C2=** ovocyte II; **C3=** 2ème globule polaire ; **C4 :** ovotide

b-

	Schéma 1	Schéma 2
Phase de l'ovogenèse	Maturation (méiose)	Maturation (méiose)
Nom de la phase méiotique	Anaphase I	Anaphase II
Localisation	Dans l'ovaire adulte	Dans 1/3 supérieure de la trompe
Moment du cycle	Juste avant l'ovulation (6h)	Après la fécondation

c-
C1= 1ère globule polaire (n=23 chrs **dupliqués**); **C4=** ovotide (n=23 chrs **simples**)

d-
le **schéma 1** donne le 1er G.P et l'ovocyte II (juste avant l'ovulation) puis seront expulsés ensemble au moment de l'ovulation vers le pavillon puis la trompe .
Au niveau de la trompe (24 à 48 h après l'ovulation) il va y avoir une fécondation de la cellule C2 (ovocyte II) par un spz .La cellule C2 continue sa D.E et donne alors la cellule C4=ovotide et C3= 2ème globule polaire du **schéma 2 .**
Après la fécondation les 2 globules polaires dégénèrent .

Exercice N°5 :

❖ **1ère série d'expériences :**

1°) a-

*l'endomètre présente des glandes en tubes rectilignes mais non sécrétrices : la période a est la phase post-menstruelle (phase folliculaire)

*l'endomètre ne présente aucune modification, il s'agit de la partie basale de l'endomètre : la période **b** est le début de la phase post menstruelle .

*l'endomètre présente des glandes en tubes sinueuses sécrétrices de mucus et de glycogène (13,2µg/mm^2) : la période **c** est la phase prémenstruelle (phase lutéinique)

b- l'ordre chronologique : **b- a- c**

2°)

Milieu	Analyse	Déduction
❶	La culture de fragments de l'utérus en milieu nutritif seulement il y a absence des glandes et pas de sécrétion de glycogène et de mucus.	En milieu nutritif seul l'endomètre est incapable de développer des glandes .
❷	La culture de fragments de l'utérus en milieu nutritif +œstradiol il y développement a des glandes et pas de sécrétion de glycogène et de mucus	L'œstradiol agit au niveau de l'endomètre (prolifération de l'endomètre et formation des glandes en tubes mais sans sécrétion de mucus.
❸	La culture de fragments de l'utérus en milieu nutritif + progestérone il n'y a pas de développement des glandes et pas de sécrétion de glycogène et de mucus	La progestérone seule n'a aucun effet sur la prolifération de l'endomètre.
❹	La culture de fragments de l'utérus en milieu nutritif +œstradiol puis ajout de progestérone il y a développement des glandes et sécrétion de glycogène et de mucus	la progestérone avec l'œstradiol agissent sur l'endomètre en provoquant le développement des glandes en tubes sinueuses et la sécrétion du mucus et de glycogène.

Conclusion générale : La préparation de l'utérus à la nidation nécessite une coopération des 2 hormones ovariennes à condition que l'action de la progestérone soit précédé par celle de l'œstradiol. : L'œstrogène sensibilise l'endomètre à l'action de la progestérone .

b- Expérience ❺ :

Analyse	Déduction
***Avant l'injection** d'œstradiol, la concentration en récepteurs de la progestérone est faible **.** ***Après 10 h de l'injection** d'œstradiol, la concentration en récepteurs de la progestérone est moyenne **.** ***Après 20 h de l'injection** d'œstradiol , la concentration en récepteurs de la progestérone est importante **.**	L'œstradiol sensibilise les cellules de l'endomètre à l'action de la progestérone.(formation des récepteurs spécifiques à la progestérone au niveau de l'endomètre)

❖ **2ème série d'expériences :**

b-

* **Expérience ❶ :** L'hypophyse contrôle le développement des ovaires et de l'utérus et assure le déroulement de leurs activités cycliques .

* **Expérience ❷ :**

-L'hypophyse agit à distance par voie sanguine en libérant des gonadostimulines LH et FSH

-L'hypophyse n'agit pas directement sur l'utérus mais par l'intermédiaire des ovaires

❖ **3ème série d'expériences :**

c-
* **Expérience ❶ :** L'injection de forte dose d'OE (300 µg/ml) entraine un pic de FSH (50 µg/ml) et de LH (25ng/ml) **d'où** à forte dose l'OE exerce un RC(+) sur l'hypophyse en stimulant la sécrétion de LH et de FSH.
* **Expérience ❷ :** Après lésion de l'hypothalamus, les taux de LH et FSH chutent, l'injection d'une forte dose d'OE n'a pas d'effet **donc** l'hypophyse ne répond pas à une forte dose d'OE s'il ne reçoit pas de GnRH .
* **Expérience ❸:** L'injection de GnRH, à une guenon sans hypothalamus, d'une façon identique à la normale entraine une sécrétion normale des hormones hypophysaires et ovariennes avec un pic d'OE suivie d'un pic de LH et FSH **donc** L'hypothalamus stimule l'activité hypophysaire par voie sanguine grâce à la GnRH sécrétée d'une façon pulsatile.
* **Expérience ❹ :** L'arrêt de la perfusion pulsatile de Gn-RH et l'injection d'œstradiol à forte dose (2mg l^{-1}) à une guenon sans hypothalamus, le taux des gonadostimulines (LH et FSH) devient presque nul et contant pendant l'injection donc la sécrétion de LH et FSH par l'hypophyse nécessite une stimulation directe par l'hypothalamus (**grâce au neurohormone GnRH**) .

Exercice N° 6 :

1°) L'hypophyse contrôle le développement des ovaires, le déroulement des cycles sexuels et le maintien des caractères sexuels.

2°)

***Expérience 2 :** A la suite de la castration d'une rate pubère, le taux d'estrogène diminue passant de 8ng/ml à 4 ng/ml .Parallèlement, les taux de LH et FSH augmentent passant de 10ng/ml à 25n/ml pour la LH et passant de 4 à 12ng/ml pour la FSH .

***Expérience 3 :**

-Période A : l'injection d'extraits ovariens d'une rate castrée prélevés au début du cycle entraine la chute du taux de LH qui passe de 40 à 10ng/ml suivie d'une diminution du taux de FSH qui passe de 12 à 4 ng/ml .

-Période B : l'injection d'extraits ovariens d'une rate castrée prélevés un jour avant l'ovulation entraine une augmentation rapide des taux de LH et FSH passant de 10 à 80 ng/ml pour la LH (pic de LH) et passant de 4 à 18 ng/ml pour la FSH (pic de FSH) .

-Période C : l'injection d'extraits ovariens d'une rate castrée prélevés pendant la phase lutéale entraine une chute des taux de LH et FSH passant de 18 à 2 ng/ml pour la LH) et passant de 80ng/ml à 20 ng/ml pour la LH.

Explication :

***Expérience 2 :** les ovaires exercent un **Rc(-)** sur l'hypophyse d'où l'inhibition de la sécrétion de LH et FSH.

***Expérience 3 :**

-Au début du cycle l'œstrogène à faible dose exerce un **RC(-)** sur la sécrétion de LH et FSH.

- Un jour avant l'ovulation, l'œstrogène à forte dose exerce un **Rc(+)** sur la sécrétion de LH et FSH.
- Pendant la phase lutéale, la progestérone un **RC(-)** sur la sécrétion de LH et FSH.

3°) IL y a une hyperactivité du fragment d'ovaire restant pour remplacer l'ovaire enlevé afin de maintenir un taux constant des hormones ovariennes.

4°)

***Pendant la phase folliculaire**, le taux de LH reste faible même après l'injection de GnRH donc l'œstrogène à faible dose exerce un Rc(-) sur le C.H.H d'où le taux de GnRH diminue et par suite le taux de LH diminue.

***Un jour avant l'ovulation :**
Au jour j la concentration de LH est égale à 21ng/ml, 10 mn après l'injection de GnRH le taux de LH augmente et atteint 110 ng/ml donc la GnRH stimule la sécrétion de LH .
***Pendant la phase lutéale :**
le taux de LH reste faible même après l'injection de GnRH donc la progestérone exerce un Rc(-) sur le C.H.H d'où le taux de GnRH diminue et par suite le taux de LH diminue.
5°) Voir cours : le schéma fonctionnel de la régulation des fonctions des ovaires.

Exercice N° 7 :

1°) a-
***L'hormone X** possède une variation cyclique avec un taux faible au début de chaque cycle puis atteint un grand pic (30 ng/l) au moment de l'ovulation puis diminue donc **X= LH**
***L'hormone Y** possède une variation cyclique avec un taux qui présente une légère augmentation puis diminue au début de chaque cycle puis atteint un pic moins important (15 ng/l) et synchrone avec celui de **X =LH** au moment de l'ovulation puis diminue donc **Y= FSH**
***L'hormone Z** est sécrétée uniquement pendant la phase lutéinique avec un pic important (30 ng/l) vers le milieu de cette phase donc **Z= progestérone**

b-
***Phase lutéinique :** du jours (-14) ⟶ jours 0
***Phase folliculaire :** du jours o ⟶ jours (+14)

c-
***Du jours -7 au jours 0 :**
-Le taux de FSH et de LH est relativement faible , parallèlement on constate une diminution du taux de progestérone suite à la régression du corps jaune d'où la destruction du 4/5 de l'endomètre et l'apparition des règles vers 0j .
-la progestérone exerce un Rc(-) sur la sécrétion des hormones hypophysaires (LH et FSH) qui demeurent faibles et constantes .
***Du jours 0 au jours +5 :**
Le taux de progestérone est nul (absence de corps jaune) donc il y a levée de Rc(-) exercé par la progestérone sur la sécrétion de FSH d'où sa légère augmentation au début du cycle pour le recrutement de nouveaux follicules tertiaires .
2°) a-
***Du jours +6 au jours +11 :**
Pendant cette période la faible dose d'œstrogène exerce un Rc(-) sur la sécrétion de FSH d'où la diminution du taux de cette hormone ce qui entraine la dégénérescence des follicules tertiaires : c'est **l'atrésie folliculaire** . Un seul follicule tertiaire dominant persiste .
b-
***Du jours +12 aux jours +14 :**
Le follicule mûr est très développé sécrète une grande quantité d'œstrogène qui exerce un Rc(+) sur le C.H.H d'où l'augmentation des pulses de GnRH d'où un pic important de LH et un pic moins important de FSH à l'origine de l'ovulation.

L'ESSENTIEL DU COURS

I/ <u>Définition de la fécondation</u> : est la fusion entre un spermatozoïde et un ovocyte II bloqué en MII aboutissant à la formation d'une cellule œuf ou zygote diploïde .

II/ <u>Les conditions de la fécondation sont</u> :

- ***Un sperme normal : volume*** *entre* ***3 et 5ml*** ; ***pH*** *alcalin* ***(7 à 8)*** ; *une* ***numération*** *supérieure à* ***60millions /ml ; mobilité*** *des spermatozoïdes :* **50 %** des *spermatozoïdes* mobiles après 1h ; **morphologie :** il faut au **moins 60%** des *spermatozoïdes* normaux (typiques) et moins de **40%** des *spermatozoïdes* atypiques (anormaux)
- ***Des spermatozoïdes capacités :***

C'est-à-dire aptes à la fécondation : Les spermatozoïdes présentent des antigènes membranaires leur permettant la reconnaissance de l'ovocyte.

- ***Rapport sexuel dans la période de fécondité:***

La rencontre des gamètes n'est possible que pendant une courte période entre **11ème et 16ème j** du cycle sexuel **(Date d'ovulation -3 j , Date d'ovulation +2 j)**

- **Une glaire cervicale perméable et de structure normale : filante** à maillage lâche permettant le passage et la sélection des spzs .
- **Les voies génitales féminines doivent être perméables et saines.**

III/ <u>Les étapes de la Fécondation :</u>

La fécondation se déroule en plusieurs étapes au niveau du 1/3 supérieur de la trompe :

- **Rencontre des gamètes :**

-La descente de l'ovocyte est assurée par les contractions utérines et le courant liquidien résultant des secrétions des trompes.
-les spermatozoïdes ayant traversé la glaire cervicale remontent à contre courant en nageant dans les secrétions de l'utérus et des trompes .
-les spermatozoïdes sont piégés entre les cellules de la corona radiata, la rétraction de celle-ci les amène en contact avec l'ovocyte.

- **Reconnaissance entre les gamètes mâle et femelle:**

Grâce à leur antigène membranaire, les spermatozoïdes se lient à des récepteurs situés dans la zone pellucide. Cette combinaison assure la reconnaissance entre les gamètes.

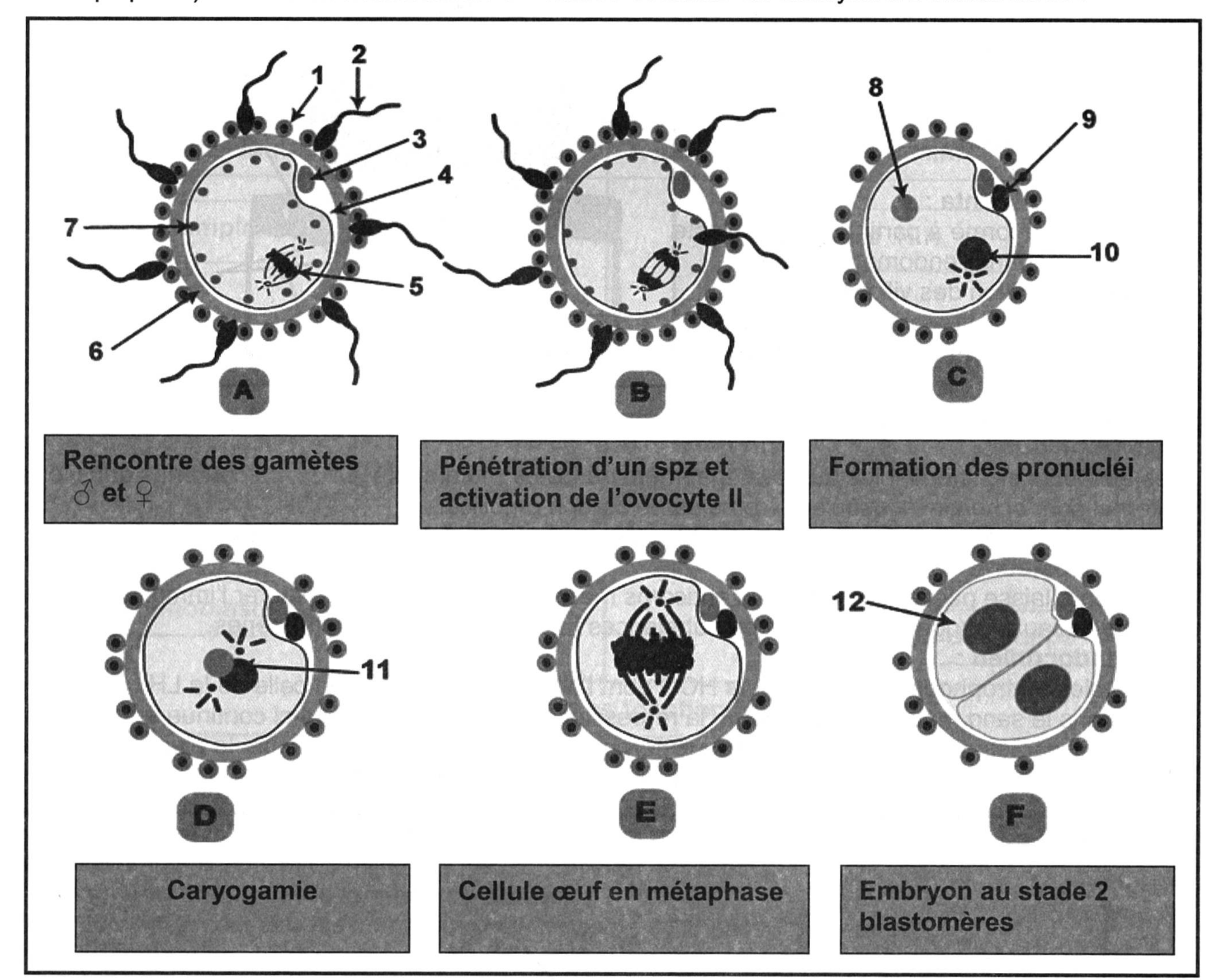
- **Pénétration d'un spermatozoïde:**

le premier spermatozoïde qui parvient en contact avec l'ovocyte le féconde. L'acrosome libère son contenu enzymatique qui hydrolyse et liquéfie localement la zone pellucide: c'est la **réaction acrosomique.** La fusion des membranes plasmiques des deux gamètes permet la progression du noyau et de l'aster proximal dans le cytoplasme ovocytaire.

- **Activation de l'ovocyte II :**

La pénétration du spermatozoïde déclenche un ensemble de transformations cytologiques et nucléaires:
-Transformations cytologiques : les granules corticaux déversent des enzymes qui hydrolysent les récepteurs membranaires spécifiques aux spermatozoïdes situés dans la zone pellucide: **c'est la réaction corticale**. La zone pellucide devient imperméable à d'autres spermatozoïdes, ce qui assure la monospermie. Il y a synthèse de protéines à partir des réserves cytoplasmiques.
-Transformations nucléaires : reprise et achèvement de la 2ème division de la méiose et expulsion du 2ème globule polaire, synthèse d'ADN par réplication et duplication des chromosomes dans chacun des 2 noyaux gamétiques qui gonflent deviennent des pronucléi mâle et femelle .

- Rapprochement des 2pronuclei obtenus, formation d'un aster à partir du centriole.
- **Caryogamie** : fusion des 2 pronucléi mâle et femelle chacun à **n=23** chromosomes **dupliqués puis** formation des asters et du fuseau achromatique donc la cellule œuf (à **2n = 46** chrs dupliqués) entre immédiatement en 1ère mitose et donne un embryon à 2 blastomères .



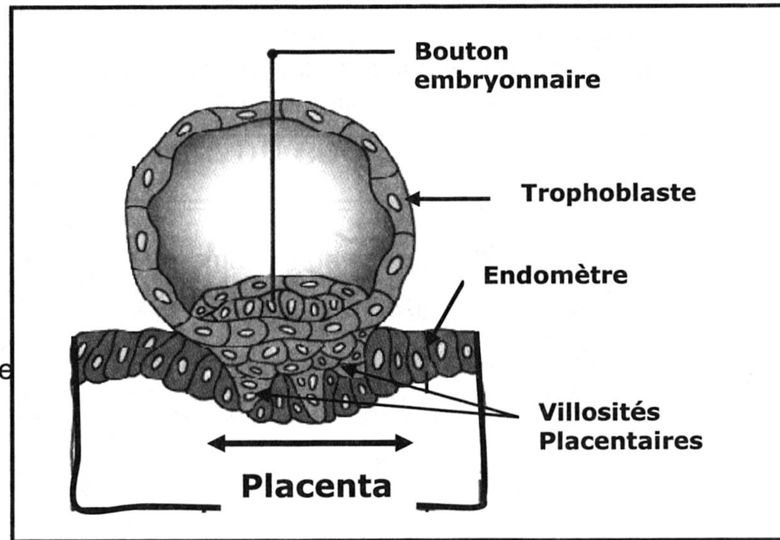
***Légende :**

1	2	3	4	5	6
Cellule folliculaire	Spz	1ér globule polaire	Espace péri-ovocytaire	Matériel nucléaire en MII	Zone pellucide
7	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Granule cortical	Pronucléus ♀	2ème globule polaire	Pronucléus ♂	Fusion des pronucléi	Blastomère

IV/ La nidation et rôle du placenta :

1°) Définition de la nidation :

C'est l'implantation totale du blastocyste dans la muqueuse utérine grâce à des enzymes sécrétées par le trophoblaste (futur placenta) .La nidation a lieu au milieu de la phase lutéale (7ème jour après la fécondation) .



2°) Le placenta :

***Origine du placenta :**

Le placenta se forme à partir du trophoblaste qui s'enfance dans l'endomètre en se ramifiant (formation des villosités) .

IL permettra la relation entre la mère et son fœtus par l'intermédiaire du cordon ombilical .

***Rôle du placenta :** IL possède 3 rôles **:**

-Rôle trophique :

*Les éléments indispensables au développement du fœtus (nutriments ,O^{2-} , ...) contenus dans le sang maternel sont acheminés jusqu'aux fœtus par le cordon ombilical .

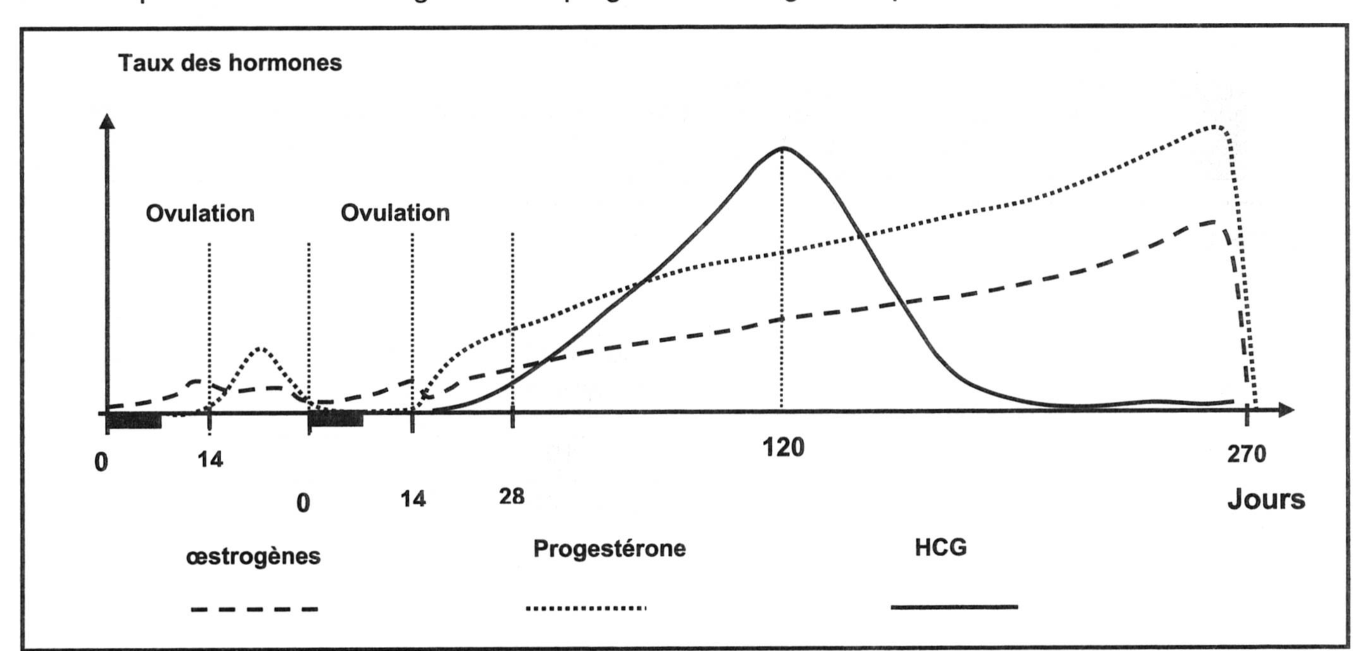
*les déchets du métabolisme du fœtus (CO2, urée ,.....) circulent dans le sans inverse .

-Rôle protecteur :

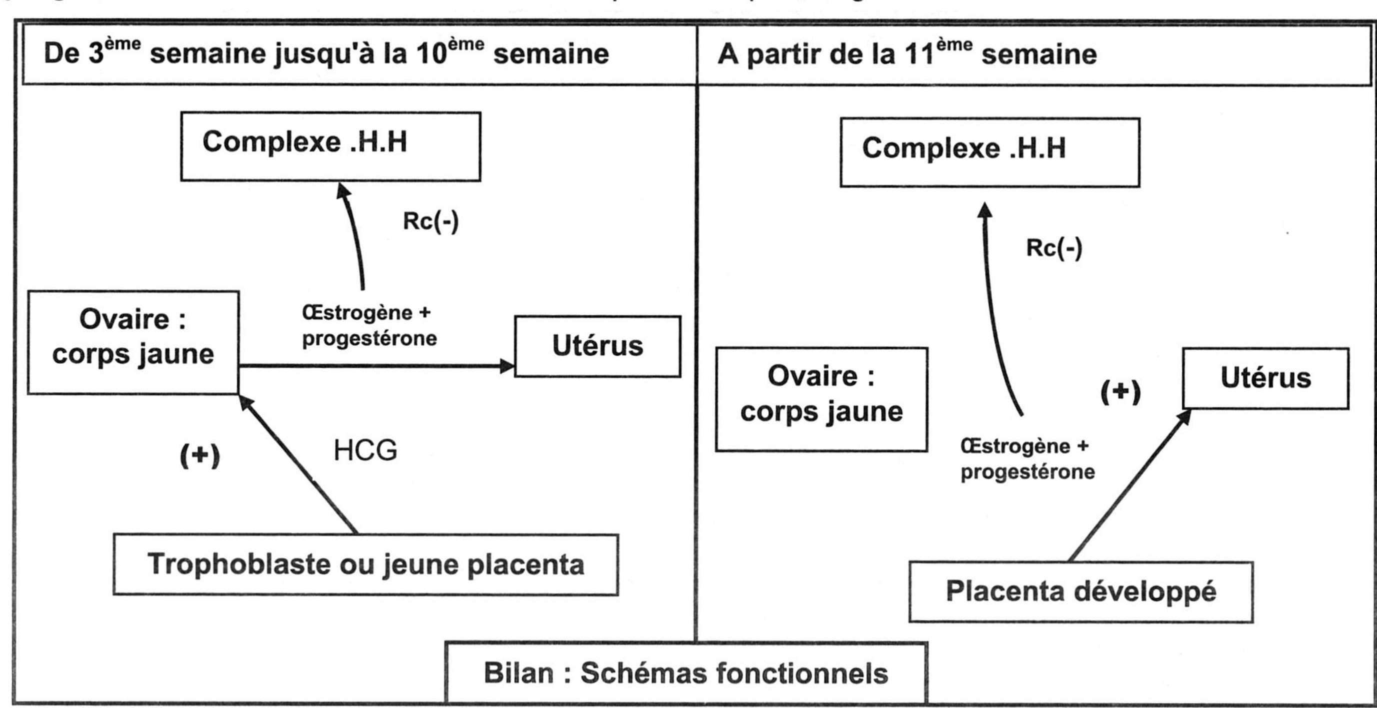
Le placenta laisse passer de nombreux anticorps maternels au fœtus pour assurer l'immunité du fœtus. IL s'oppose au passage de la plupart de substances toxiques et germes pathogènes.

-Rôle endocrinien :

Les cellules du trophoblaste sécrètent la HCG dont l'action est voisinage de celle de la LH . La HCG passe dans le sang maternel et empêche la régression du corps jaune .Celui-ci continue à produire des doses croissantes d'œstrogènes et de progestérone. A partir de la 11ème semaine, le placenta assure à lui seul la production des œstrogènes et la progestérone en grande quantité.



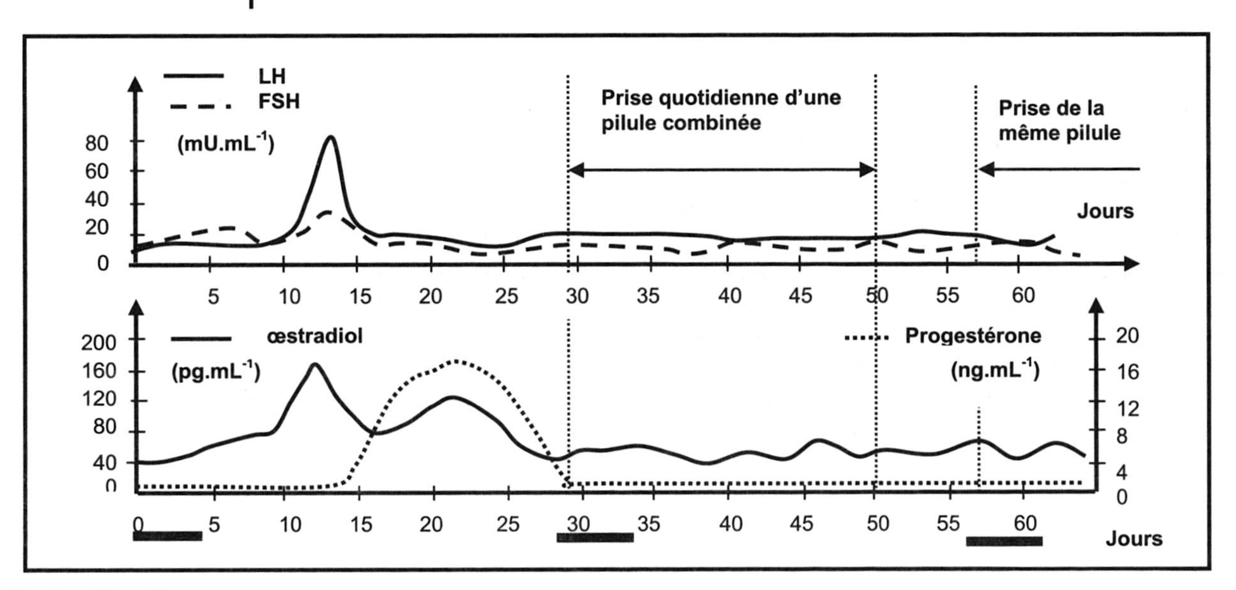
-Avant la 11ème semaine de grossesse :
HCG (sécrété par le trophoblaste) stimule le corps jaune pour la sécrétion **d'œstrogènes et progestérone** d'où maintien de l'endomètre et par conséquent la grossesse.
- **À partir de la 11ème semaine de grossesse** :
Le Corps jaune dégénère donc le placenta devient développé sécrète les **œstrogènes et la progestérone** d'où maintien de l'endomètre et par conséquent la grossesse.



Bilan : Schémas fonctionnels

V/ La contraception chimique :
1°) Définition :
La contraception est l'infécondité volontaire et temporaire assurée par l'emploi d'une méthode contraceptive afin d'espacer ou éviter les naissances non désirées .
2°) composition chimique de la pilule combinée :
La pilule combinée contient des hormones ovariennes de synthèses (non naturelles)
3°) Mode d'emploi :
La femme absorbe une pilule par jour durant 21 jours (à partir du 1er jour du cycle) puis elle s'arrête durant 7 jours (avec apparition des règles de privation) .
4°) comparaison entre un cycle normal et un cycle sous pilule combiné :

	Cycle normal	Cycle sous pilule
Taux des hormones hypophysaires	Variation cyclique	Taux presque nul
Taux des hormones ovariennes	Variation cyclique	Taux presque nul
Cycle ovarien	Normal	Blocage du cycle
Cycle utérin	Normal	Développement anormal
Menstruation	Présence de la menstruation	



5°) Mode d'action :

La pilule combinée agit :

*** Au niveau du complexe hypothalamo-hypophysaire :**

Les œstrogènes et progestérone de synthèse exercent un **Rc(-) sur le C.H.H** en freinant la sécrétion de GnRH et celle de la LH et **FSH ,** dans ce cas l'ovaire est au repos (pas de croissance folliculaire)

L'absence des pics de **LH et FSH** bloque l'ovulation .

***Au niveau de l'utérus :**

Les oestro-progestatifs de synthèse ont une action **anti-nidatoire** car la progestérone prise au début du cycle modifie les caractéristiques de l'endomètre qui devient impropre à la nidation .

***Au niveau du col de l'utérus :**

La glaire cervicale devient imperméable aux spermatozoïdes .

Schéma fonctionnel de la régulation des ovaires et l'utérus chez une femme sous pilule combinée .

Hypothalamus

Rc(-)

GnRH ↓

Hypophyse

FSH ↓

LH ↓

Pilule combinée : œstrogène et progestérone de synthèse

Pas de croissance Folliculaire **pas d'ovulation**

Ovaire au repos

- : inhibe
+ : stimule

+

***endomètre :** impropre à la nidation

***glaire cervicale :** imperméable aux spzs .

Utérus

−

VI/ La procréation médicalement assistée : PMA

C'est l'ensemble de techniques médicales permettant de substituer le processus normal de grossesse en vue de remédier la stérilité d'un ou des deux partenaires d'un couple.

Parmi les techniques de la PMA: la FIVETE (**F**écondation **I**n **V**itro **E**t **T**ransfert d'**E**mbryon) **:**

L'embryon résultant de la fécondation « in vitro » est transféré dans l'utérus d'une femme disponible pour la nidation.

1°) Les principales causes de stérilité d'un couple :

Principales causes de stérilité masculine	Principales causes de stérilité féminine
-- **Azoospermie :** absence de spermatozoïdes dans le sperme. -- **Oligospermie :** nombre de spzs faible inférieur à 20 millions par ml de sperme -- **Asthénospermie :** moins de 50% de spzs mobiles dans le sperme une heure après l'éjaculation -- **Tératospermie :** Plus de 40% de spzs avec des anomalies structurales.	-- Troubles de l'ovulation (origine ovarienne ou hypothalamo-hypophysaire) -- obstruction ou altération des trompes -- Troubles de la réceptivité du sperme -- Troubles de l'endomètre ou de la glaire cervicale (toujours imperméable)

2°) La FIVETE est appliquée dans les cas suivants :

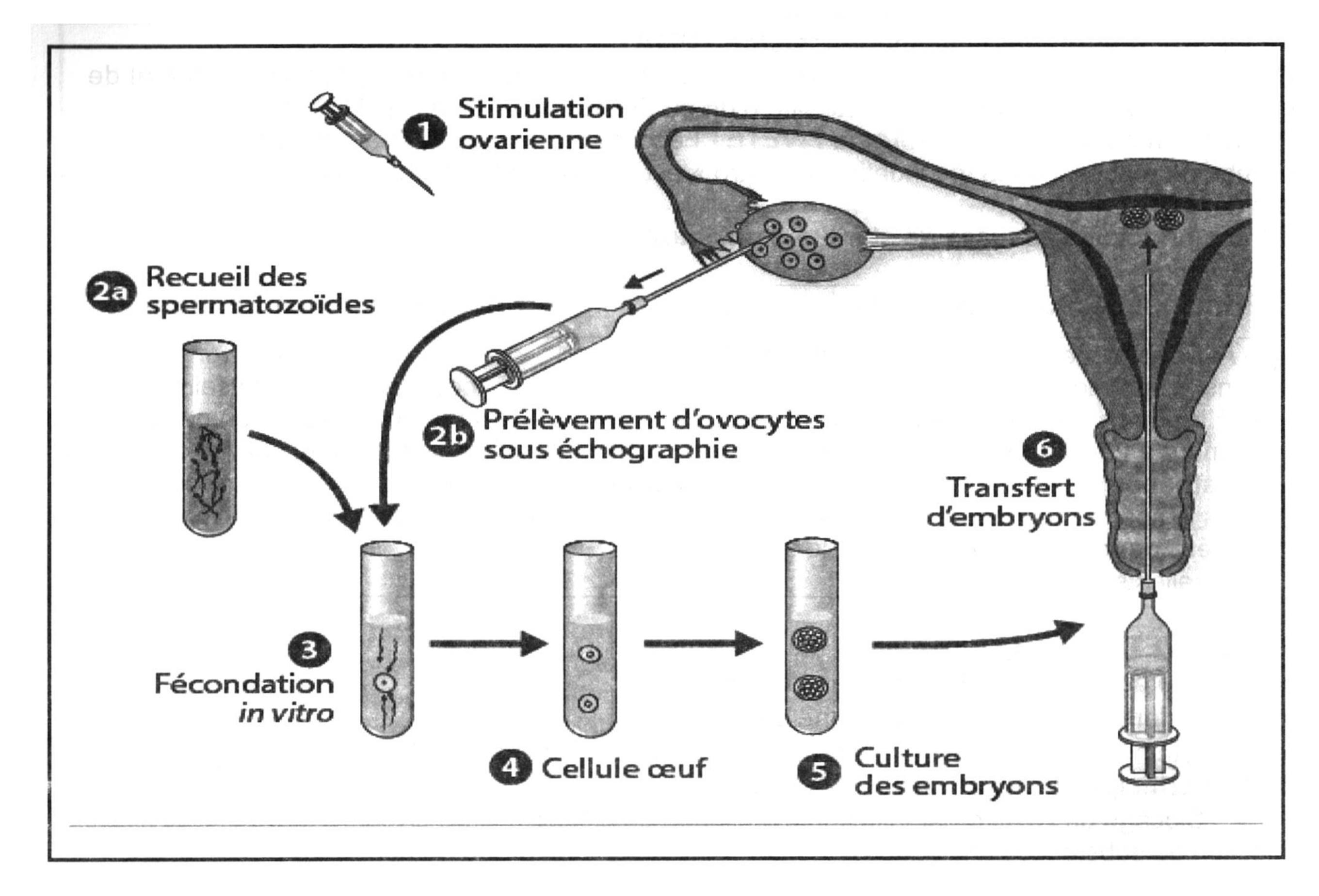
- stérilité due à une obstruction des trompes.
- une infertilité masculine due à une oligospermie
- une stérilité immunologique (présence d'anticorps anti-spermatozoïdes).

3°) Les principales étapes de la FIVETE sont :

- Blocage de l'ovaire par injection d'analogue de GnRH

injection de substances analogues à la FSH (pour obtenir un grand nombre d'ovocytes) et à la HCG pour provoquer l'ovulation .

- Prélèvement des ovocytes.
- Traitement du sperme: capacitation et sélection des spermatozoïdes.
- Mise en contact des gamètes dans un milieu de culture à 37°c (culture in- vitro)
- Maintien en culture des cellules œufs pendant 48 heures.
- Sélection des embryons ayant atteints les stades 2 et 4 cellules.
- Transfert de 2 (ou des) l'embryon(s) dans la cavité utérine de la femme disponible pour la nidation.



VII/ L'hygiène de la procréation :

1°) Perméabilité du placenta *:*
le placenta est perméable à des nombreuses substances toxiques et à certains microorganismes : le tabac, les drogues, l'alcool des médicaments tératogènes, des virus (VIH…), des bactéries…

2°) Effets de la toxicomanie sur la grossesse et sur le nouveau-né :

**** Le tabagisme :***

- *Le retard de croissance intra-utérine*
- *L'augmentation du risque tératogène (qui produit des malformations chez l'embryon)*
- *La mortalité prénatale*
- *Les difficultés d'accouchement et accouchement prématuré*
- *La rupture prématurée des membranes du fœtus.*
- *Des maladies congénitales : bec de lièvre, hématome, cancer…*

****L'alcoolisme :***

- *Le syndrome d'alcoolisation fœtale (SAF)*
- *Retard de croissance intra-utérine, malformations cardiaque, cérébrale et urogénitale.*

EXERCICES

Exercice N°1 :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

1°/ Parmi les conditions de la fécondation, on cite:

- **a-** des secrétions vaginales acides.
- **b-** une rencontre des gamètes dans l'utérus.
- **c-** une glaire cervicale filante à maillage lâche.
- **d-** un rapport sexuel au début ou à la fin du cycle.

2°/ La réaction corticale et la réaction acrosomique ont en commun :

- **a-** l'action sur la corona radiata.
- **b-** l'action sur le matériel nucléaire.
- **c-** l'intervention des enzymes.
- **d-** l'action sur la zone pellucide

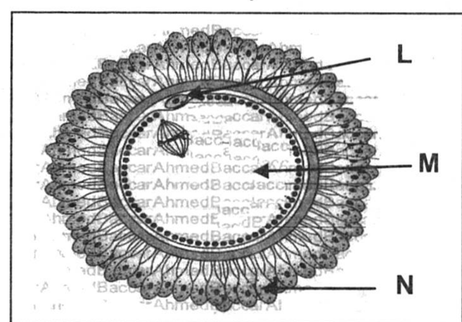
3°/ Les enzymes des granules corticaux :

- **a-** sont libérées au moment de la fixation des spermatozoïdes sur la zone pellucide.
- **b-** favorisent la pénétration des spermatozoïdes.
- **c-** empêchent la polyspermie.
- **d-** modifient les glycoprotéines (antigènes) situés sur la tète des spermatozoïdes.

4°/ Lors de la fécondation, la pénétration d'un spermatozoïde dans l'ovocyte se fait selon un mécanisme qui comporte la succession des évènements suivants:

- **a-** reconnaissance entre les gamètes, réaction corticale, fusion des membranes.
- **b-** réaction acrosomique, fusion des membranes, reconnaissance entre les gamètes.
- **c-** reconnaissance entre les gamètes, réaction acrosomique, fusion des membranes.
- **d-** fusion des membranes, reconnaissance entre les gamètes, réaction acrosomique.

5°/ Le document ci - contre représente le schéma d'une structure récupérée dans les voies génitales de la femme :

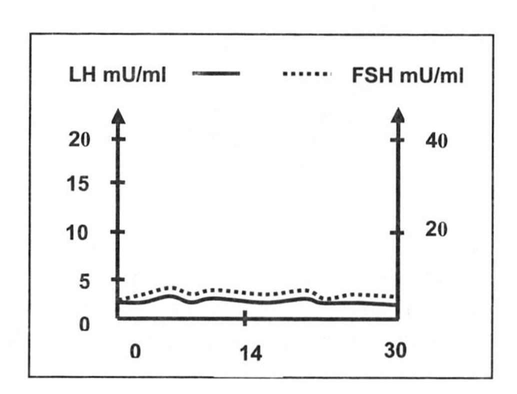


- **a-** les cellules L, M et N ont le même nombre de chromosomes.
- **b-** la cellule M a les mêmes chromosomes que la cellule L.
- **c-** la cellule N est issue de la division équationnelle de méiose.
- **d-** la cellule L est issue de la division réductionnelle de méiose.

6°/ Chez une femme enceinte, entre la 2ème et la 11 ème semaine de la grossesse, les évènements suivants aboutissent à l'avortement :

- **a-** l'ablation de l'hypophyse.
- **b-** l'injection d'anticorps anti-LH.
- **c-** l'injection d'anticorps anti-HCG.
- **d-** l'ovariectomie bilatérale.

7°/ Le document ci-contre montre les résultats de dosage des hormones hypophysaires chez une femme durant 30 jours , ce profil de sécrétion peut être chez une femme :



- **a-** ovariectomisée.
- **b-** ménopausée .
- **c-** sous pilule combinée.
- **d-** en période de grossesse .

8°/ Le trophoblaste :
- **a-** est un constituant de la morula.
- **b-** comporte des cellules maternelles.
- **c-** secrète des enzymes et d'hormones.
- **d-** secrète uniquement des hormones.

9°/ L'injection de FSH obtenue par synthèse à une femme entraine la stimulation :
- **a-** de l'endomètre afin d'accueillir l'embryon.
- **b-** du développement de l'endomètre.
- **c-** ovarienne qui déclenche le développement des follicules
- **d-** ovarienne qui déclenche l'ovulation.

10°/ La pilule combinée est prise par la femme:
- **a-** dans un but de procréation.
- **b-** dans un but de contraception.
- **c-** à raison d'une pilule par cycle.
- **d-** à raison d'une pilule par jour pendant tout le cycle.

11°/ La tératospermie correspond à :
- **a-** un volume insuffisant du sperme.
- **b- un pourcentage élevé de spermatozoïdes atypiques.**
- **c-** un pourcentage élevé de spermatozoïdes immobiles.
- **d-** un nombre insuffisant de spermatozoïdes dans le sperme (oligospermie)

12°/ Le tabagisme chez la femme enceinte provoque:
- **a-** des maladies sexuellement transmissibles.
- **b-** la dépendance du nouveau né vis-à-vis de la nicotine.
- **c-** une malformation congénitale du nouveau né appelée <<bec de lièvre>>.
- **d-** une dysmorphie crânio-faciale.

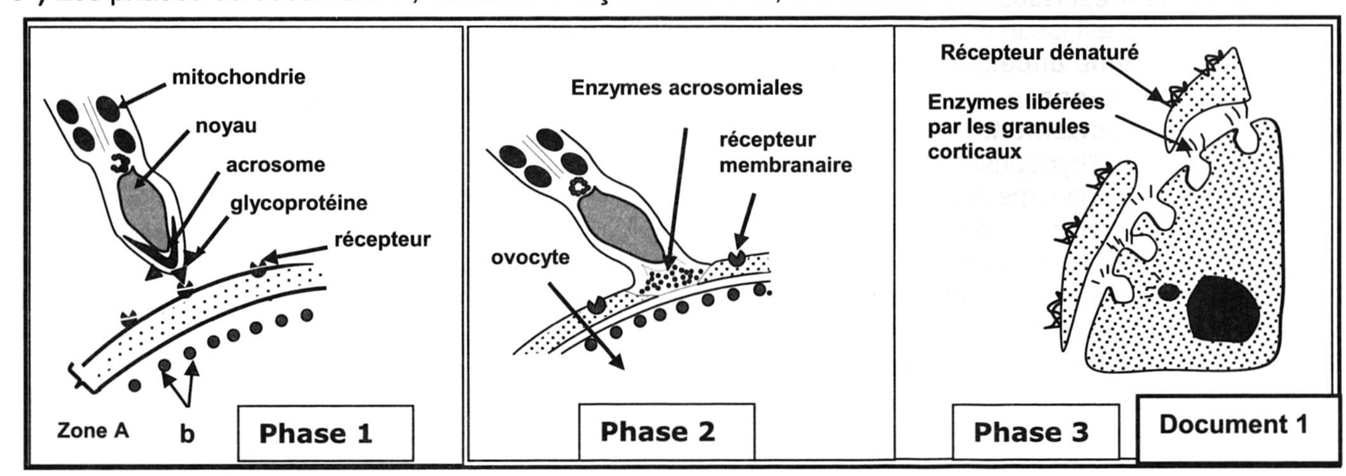
Exercice N°2 :

Monsieur X ne peut pas avoir d'enfants avec Madame X et décident d'avoir recours à la FIVETE.

1°) Précisez quelles pourraient être les causes de stérilités du couple X ?

2°) Définir le sigle FIVETE et citez brièvement les grandes étapes de cette technique.

3°) Les phases du document 1 , classés de façon ordonnée, ont étaient réalisés lors d'une FIVETE



Identifiez les trois phases ainsi schématisés et nommez la zone (A) et les éléments (b).

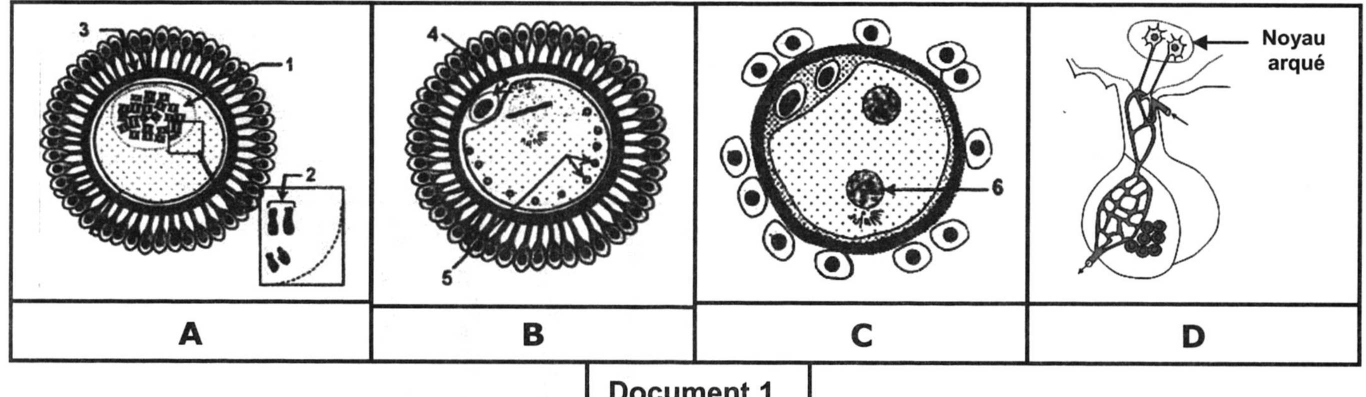
4°) En exploitant les données fournies par le document 1 et vos connaissances, dégagez le rôle de chacun des événements marquant les phases 2 et 3 .
5°) Pour comprendre une des conditions de réalisation d'un phénomène représenté par le document 1, des expériences ont été réalisées :

Expériences	Résultats
1- spermatozoïdes capacités + ovocytes	Fécondation si les gamètes proviennent de la même espèce.
2- spermatozoïdes capacités + fragments de la zone A puis ajout d'ovocytes	Pas de fécondation.
3- spermatozoïdes capacités + fragments de la zone A provenant d'ovocyte fécondé puis ajout d'ovocytes	Fécondation

Analysez les résultats des expériences 1, 2 et 3 en déduire une condition de la fécondation.

Exercice N°3 :

Le document 1 représente schématiquement des structures impliquées dans la fonction reproductrice humaine . Les structures A, B et C de ce document sont prélevées de certaines parties des organes génitaux femelle .

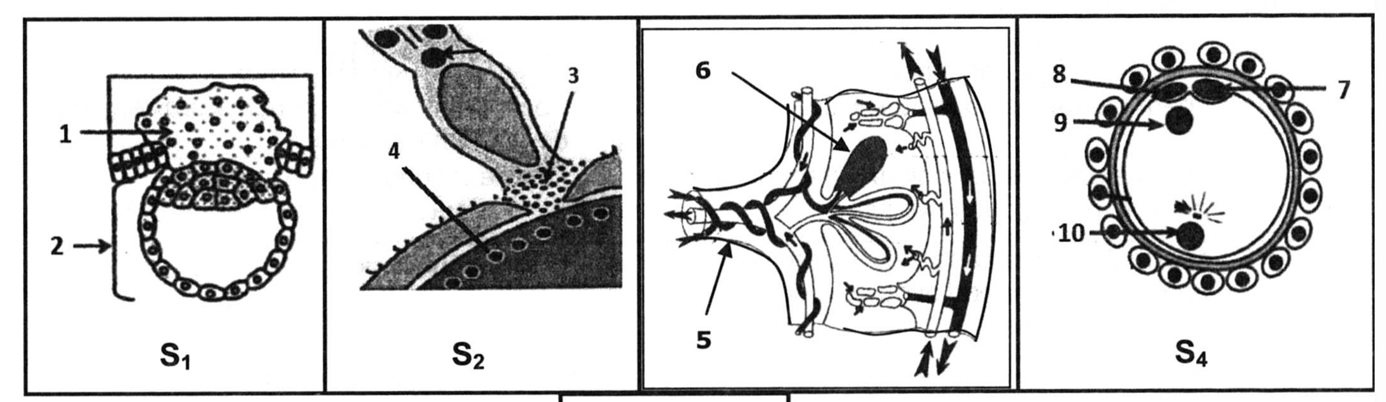


Document 1

1°) Identifiez les structures du document 1 et complétez la légende.
2°) Précisez le ou les lieu (x) et le ou les moment(s) de prélèvement de chacune des structures A, B et C.
3°) Expliquez brièvement l'ensemble des relations et interactions possibles entre les différentes structures A, B, C et D .
4°) La pilule combinée est un contraceptif chimique qui a permis l'absence de l'évènement C chez la femme. Expliquez son mode d'action.

Exercice N°4 :

Le document 1 suivant illustre des structures S1, S2, S3 et S4 observées dans les voies génitales de la femme et interviennent dans la procréation.



Document 1

1°) Légendez les figures du document 1 selon les flèches de 1 à 10.
2°) Identifiez les évènements E1 et E2 se produisant respectivement dans les structures S1 et S2.
3°) Décrivez les modifications cellulaires qui se produisent au cours de l'évènement E1.
4°) Expliquez l'évènement E2 tout en précisant son rôle.
5°) Précisez les rôles de l'élément 6 de la structure S3.
6°) Le passage de la structure S2 à la structure S4 est marqué par une succession de transformation nucléaire. Citez dans l'ordre ces différentes transformations.
7°) Les figures a et b représentent deux caryotypes possibles réalisés à partir de cellules à l'origine des éléments 9 et 10 de la structure S4.

1 2 3 4 5
6 7 8 9
10 11 12
13 14 15 23
16 17 18
19 20
21 22

Figure a

1 2 3 4 5
6 7 8 9
10 11 12
13 14 15 23
16 17 18
19 20
21 22

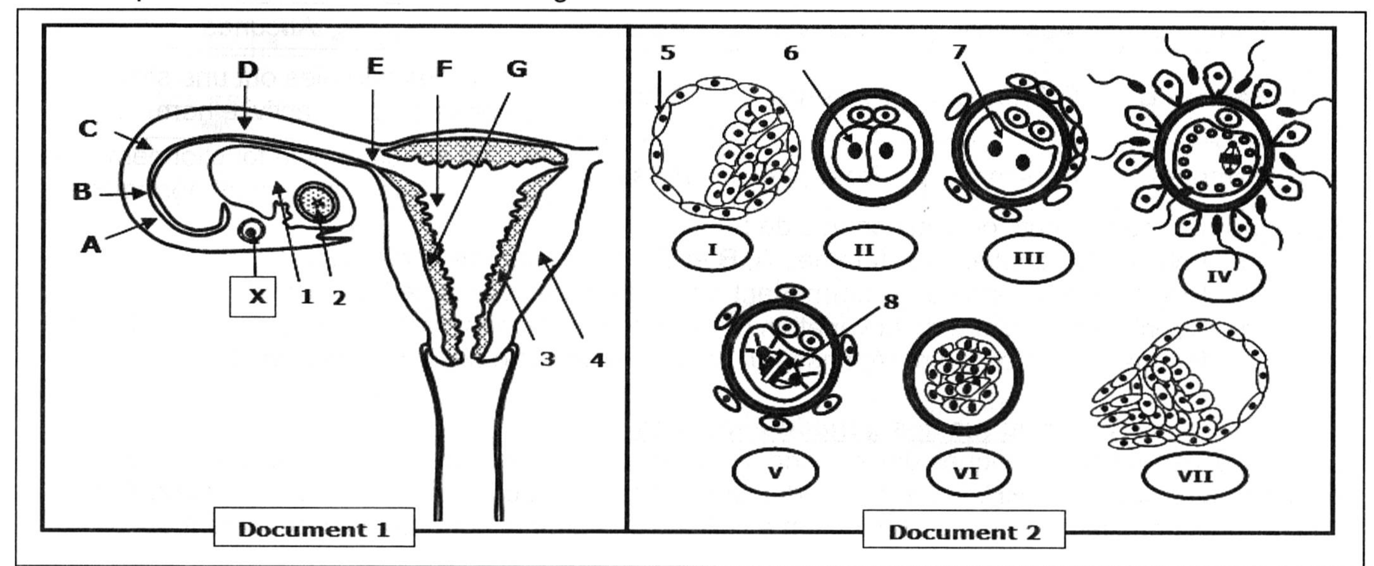
Figure b

a- Identifiez la phase de la gamétogenèse au cours de laquelle s'est réalisé chacun des deux caryotypes représentés dans les figures a et b. Justifiez votre réponse.

b- Faites correspondre les caryotypes des figures a et b aux éléments 9 et 10 de la structure S4. Justifiez votre réponse.

Exercice N°5 :

- Le document 1 schématise une partie de l'appareil génital de la femme .
- Le document 2 indique dans le désordre des schémas de certaines étapes des évènements qui se produisent au niveau des voies génitales de la femme.



1°) Annotez les documents 1 et 2 en reportant sur votre copie les numéros de 1 à 8.
2°) A chacune des lettres (A, B,C,D,E, F et G) du document 1 correspond un schéma du document 2 . En respectant l'ordre chronologique des évènements , faire correspondre chaque schéma (que vous nommez) du document 2 à une lettre du document 1.
3°) Les cellules 5 de la structure I jouent 2 rôles importants dans la procréation au cours des jours qui suivent la fécondation .Précisez à quoi consistent ces rôles tout en précisant leur importance.
4°) Précisez pour la progestérone : l'origine, le contrôle de la sécrétion (s'il a lieu) et les effets physiologiques durant la période qui s'étend de la fécondation jusqu'à l'accouchement.

Exercice N°6 :

Dans le but de préciser les causes de certains cas de stérilité humaine , on vous propose d'exploiter les résultats d'analyses et d'examens médicaux réalisés chez trois couples A, B et C qui présentent des difficultés à concevoir des enfants ;

❖ **Analyse du sperme :**

Le document 1 suivant représente les spermogrammes des trois hommes A, B et C.

Document 1	Homme sain	Mr A	Mr B	Mr C
Volume en ml	Entre 3 à 4	3- 4	3-4	0.5-1
PH	Entre 7.2 à 7.6	7.2 à 7.6	7.2 a 7.6	7.2 à 7.8
Numérotation 10^6/ml	Entre 60 à 150	108	98	13
Mobilité en %	Supérieur 60	60	65	63
Formes atypiques en %	Inférieur 40	23	74	28

1°) Analysez les résultats de ces spermogramme, que pouvez-vous déduire.

❖ **Examens échographiques des ovaires**

Le tableau du document 2 montre les résultats des examens échographiques ovariens durant deux mois chez les trois femmes **A**, **B** et **C**.

Document 2	Examen échographique des ovaires			Observations cliniques
	Follicules cavitaires	Follicules murs	Corps jaune	
Femme A	Absence	Absence	Absence	Aucunes
Femme B	Présence	Présence	Absence	Tous les follicules ont une structure normale et une activité normale
Femme C	Présence	Présence	Présence	La structure et le fonctionnement du corps jaune sont normaux

2°) Exploitez les résultats obtenus en vue de :

- **a-** Préciser les quelles des femmes **A**, **B** et **C** ont une stérilité confirmée.
- **b-** Proposer des hypothèses permettant d'expliquer les causes de leur stérilité.
- **c-** Représenter, l'allure de la variation du taux des hormones ovariennes de chacune des trois femmes. Justifiez votre réponse (on considère un cycle sexuel normal de 28 jours).

❖ **Dosages plasmatique des gonadostimulines :**

On a dose les taux plasmatiques des gonadostimulines chez les femme A et B avant et après des injection pulsatiles de GnRH. le tableau ci-dessous présente les concentrations moyennes de FSH et de LH chez ces deux femmes par comparaison à celles d'une femme normale. Voir document 3.

Document 3	Concentration moyenne en UIL^{-1}			
	Avant l'injection de GnRH		Après l'injection de GnRH	
	FSH	LH	FSH	LH
Femme normale	**3 à 16**	**1 à 35**	**12 à 32**	**10 à 54**
Femme A	**0.2**	**0.8**	**0.2**	**21**
Femme B	**12**	**0.5**	**24**	**0.5**

3°) Analyser ces résultats à fin de préciser la cause de stérilité de chacune des femmes A et B.

❖ **Exploration des voies génitales :**

4°) Pour déterminer la cause de la stérilité de la **femme C**, l'équipe médicale lui a demandé de faire une exploration des voies génitales qui consiste à injecter au fond du vagin une substance fluorescente, quatre heures plus tard, on cherche la fluorescence dans ces voies .Les résultats obtenus sont présentés dans le document 4 :

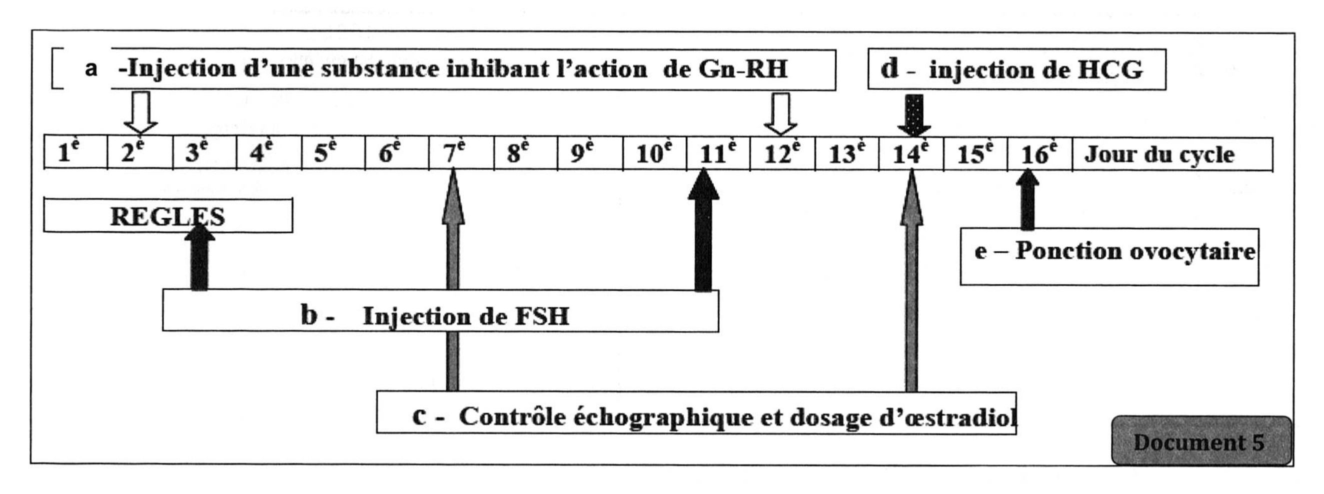
Femme C	Trompes		Pavillons	Autour des ovaires
	Le tiers inférieur	Le tiers supérieur		
	+	-	-	-

Document 4

+ : présence de fluorescence **-: absence de fluorescence**

En exploitant les résultats du document 4 et en utilisant vos connaissances, précisez la cause de stérilité de la femme C.

5°) Pour remédier la stérilité de la femme C les gynécologues font appel à la FIVETE, qui nécessite un traitement hormonal approprié, voir document 5 suivant.

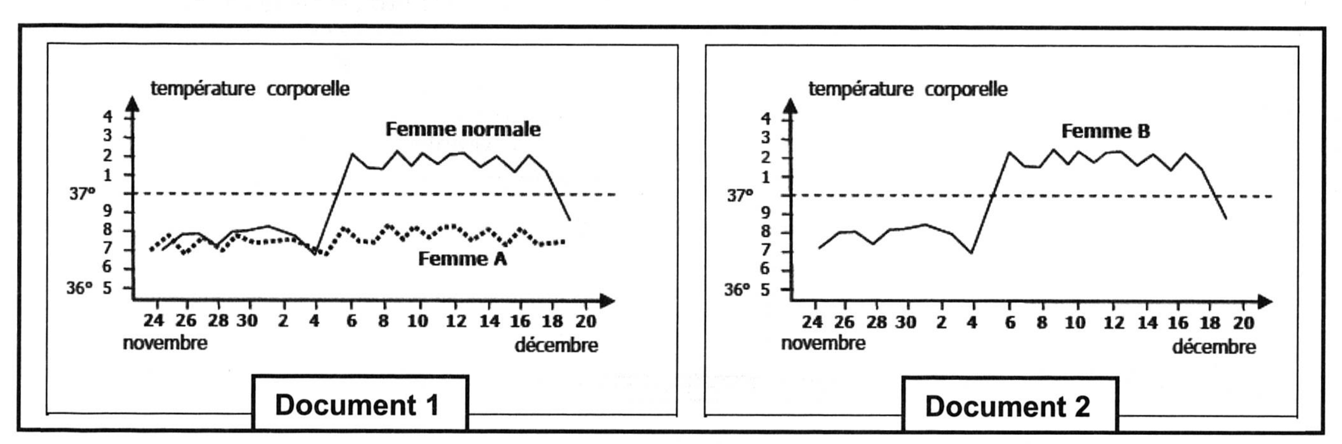


a- Préciser le (ou les) couple(s) concerné(s) par cette assistance médicale. Justifier.
b- Expliquer dans quel but est réalisé chacune des opérations **a, b, c, d et e.**

Exercice N°7 :

Afin de déterminer les causes de stérilité chez deux femmes A et B , une étude expérimentale a été réalisée .

***1ère expérience :**
on suit l'évolution de la température corporelle chez une femme normale (non stérile) et les deux femmes stériles A et B, au cours d'une période allant du 24 novembre au 20 décembre. Les résultats obtenus sont représentés graphiquement sur les documents 1 et 2 suivants :

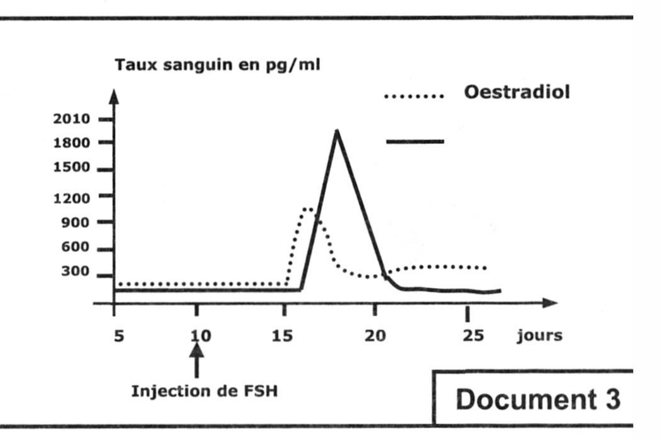


1°) Repérez, à partir du document 1, la date de l'ovulation chez la femme normale. Justifiez .
2°) Comparez l'évolution de la température corporelle chez les deux femmes stériles (A et B) par rapport à la femme normale.
3°) En vous basant sur vos connaissances et les donnés des documents 1et 2, proposez pour chacune des deux femmes stériles A et B, des hypothèses quant à la cause de sa stérilité. Justifiez.

***2ème série d'expériences** :

On traite la femme A stérile, par injection FSH les résultats du dosage sont représentés dans le document-3.

N.B : chez la femme fertile, le taux plasmatique d'œstradiol est en moyenne de 500pg/ml au 12ème jour d'un cycle de 28 jours. Chez la femme A stérile, cette valeur ne dépasse jamais, sans traitement, 200 pg/ml.



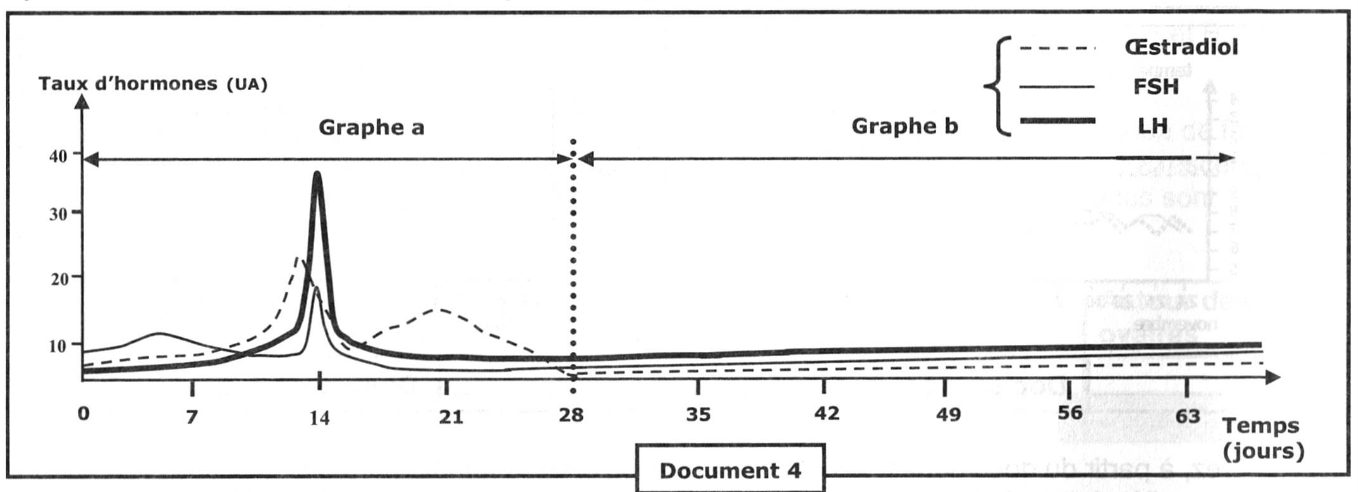
Document 3

4°) En vous basant sur l'analyse de ces résultats, précisez l'hypothèse à retenir parmi celles proposées dans la réponse à la question 3 précédente concernant la cause de stérilité de la femme A. justifiez

***3ème série d'expériences** :
La femme B peut être convoquée pour faire le test de sperme cervical mucus contact (SCMC), qui consiste à mettre dans une lame couverte avec une goutte de sperme, une goutte de la glaire. L'observation microscopique montre que 75% de spermatozoïdes flagellés modifient leur mobilité.

5°) En exploitant, ces résultats, précisez l'hypothèse à retenir parmi celles proposées dans la réponse à la question 3 précédente concernant la cause de stérilité de la femme B.

***4ème série d'expériences** :
Des dosages sanguins d'œstradiol, LH et FSH sont effectuées sur la femme normale pendant trois cycles sexuels .Les résultats des dosages sont représentés par le document 4 ci-dessous :

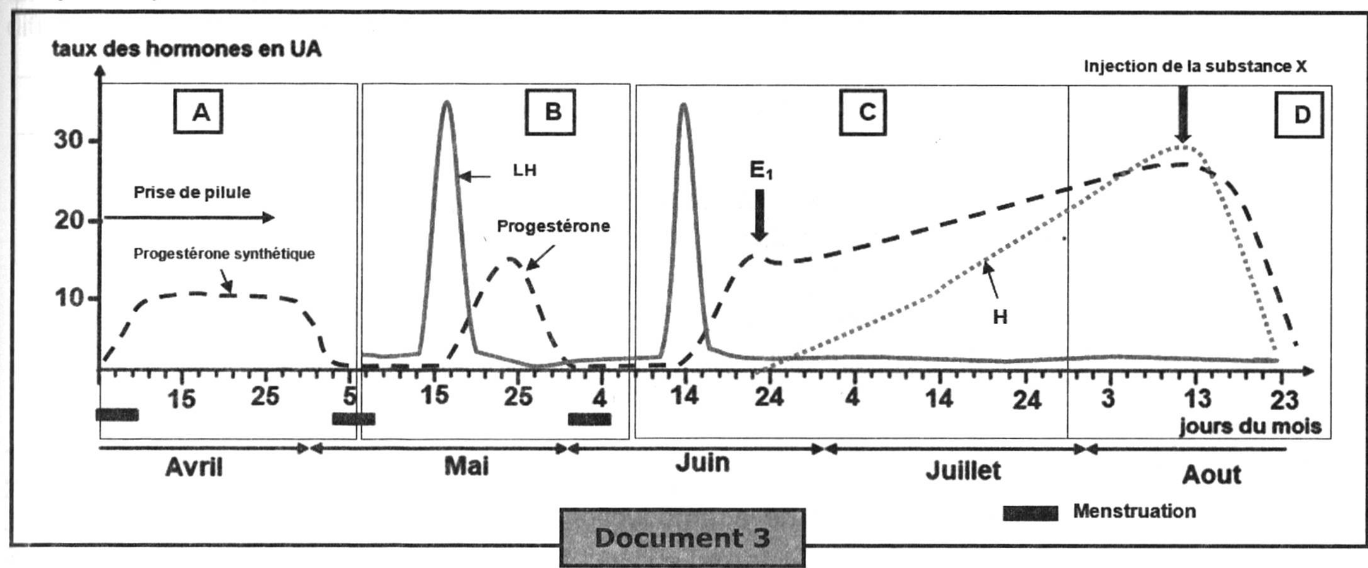


Document 4

6°) a-En comparant les graphes a et b du document 4, indiquez les modifications constatées à propos des différentes hormones .
b-Donnez une explication à ces modifications en précisant leurs conséquences sur le fonctionnement de l'ovaire et du complexe hypothalamo-hypophysaire.

Exercice N°8 :

On se propose d'étudier quelques aspects de la physiologie de la procréation.
Madame M est une jeune femme qui prend la pilule depuis un an. Elle décide d'arrêter le traitement dans le but d'avoir un enfant.
Le document 3 montre l'évolution, au cours du temps, du taux sanguin de certaines hormones naturelles et synthétiques de cette femme.



Document 3

1°) Quels doivent être les taux de progestérone et de LH sécrétées par madame M pendant la période A. Justifiez votre réponse.

2°) a- Délimitez, en justifiant la réponse, les cycles suivants en précisant leurs dates de début et de fin :
- Le cycle sous pilule.
- Le cycle normal.

b- Expliquez le déterminisme des menstruations au début et à la fin de la période B.

c- Madame M s'attend à des menstruations au cours du mois de juin. Déterminez la date prévue des menstruations attendue par madame M au mois de juin.

3°) Déterminez la période de fécondité au cours du mois de juin. Justifiez votre réponse.

4°) a- A partir de l'analyse des variations des taux des hormones sécrétées pendant la période C et en vous basant sur vos connaissances :
- Identifiez l'évènement E1.
- Nommez l'hormone H et précisez son origine.

b- Mettez en relation l'évolution parallèle de la sécrétion des deux hormones (progestérone et H) pendant la période C afin d'expliquer l'absence des menstruations.

5°) Pour provoquer l'avortement, le médecin prescrit à cette dame l'injection d'une substance X. Le document 3 (période D) représente les résultats obtenus.

A partir de l'analyse de ces résultats et de vos connaissances, proposez 3 hypothèses afin d'expliquer le mode d'action de la substance X.

6°) Afin de vérifier la validité de ces hypothèses, on réalise les expériences suivantes sur une lapine : L'endomètre d'une lapine est prélevé et broyé. Le broyat est centrifugé. Le surnageant, qui contient des protéines provenant de l'endomètre, est répartit dans deux tubes. On réalise deux expériences en ajoutant aux surnageant des deux tubes certains éléments comme c'est indiqué dans le tableau suivant :

Tubes	Eléments présents	**Résultats :** % de liaison progestérone - protéines présentes dans le surnageant
1	Surnageant + progestérone radioactive	100%
2	Surnageant + substance X non radioactive puis après un certain temps, on ajoute de la progestérone radioactive	0%

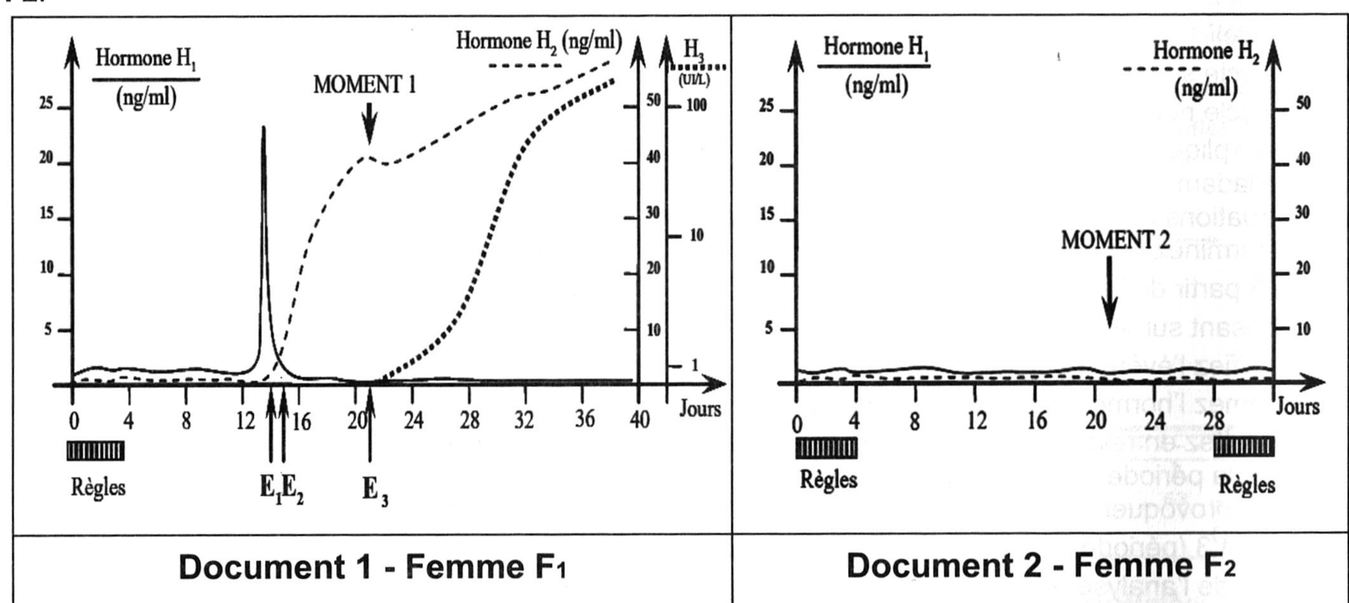
Exploitez les données du tableau afin de préciser :
- Le rôle physiologique des protéines du surnageant.
- L'hypothèse confirmée parmi celle émises précédemment.

Exercice N°9 :

On se propose d'étudier quelques aspects de la reproduction féminine.

A/

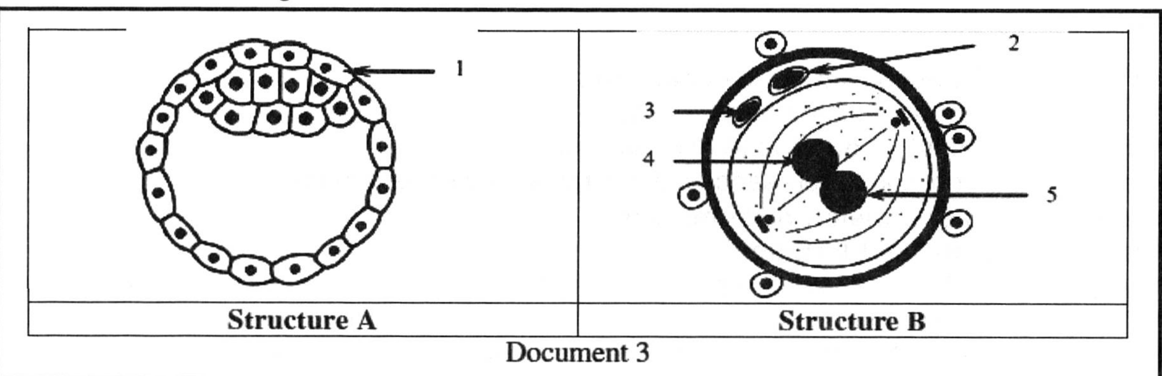
Le document 1 montre l'évolution de la sécrétion de 3 hormones **H1**, **H2** et **H3** chez une femme **F1**.
Le document 2 montre l'évolution de la sécrétion des mêmes hormones **H1** et **H2** chez une autre femme **F2**.



Document 1 - Femme F1 | **Document 2 - Femme F2**

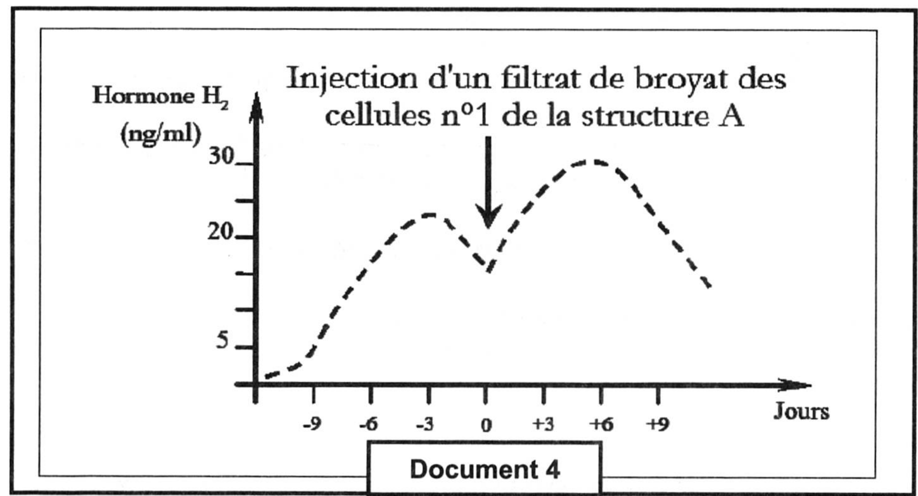
1°) Identifiez les évènements **E1**, **E2** et **E3** mentionnés par des flèches dans le document 1 chez la femme **F1**.

2°) En justifiant la réponse, reconnaissez les hormones **H1**, **H2** et **H3**.
3°) Sachant que la femme **F2** ne souffre d'aucun problème de stérilité, quelle hypothèse proposez – vous pour expliquer ses profils de sécrétion de **H1** et **H2** ? Justifiez – vous.
4°) À partir de vos connaissances, comparez l'état de développement de l'endomètre chez les deux femmes aux moments mentionnés par des flèches sur les deux documents (moment1 et moment 2). Justifiez les différences.
B/ Le document 3 suivant montre deux structures **A** et **B** observables à deux périodes de temps différentes dans les voies génitales de la femme **F1**.



Document 3

1°) Identifiez les structures **A** et **B** et complétez leurs légendes.
2°) À quels jours approximatifs du document 1 se situe chacune de ces structures ?
Justifiez – vous en mettant en relation les deux structures.
3°) Afin de déterminer le rôle de certaines cellules de la structure **A**, on réalise l'expérience suivante :
On injecte à une guenon vers la fin de son cycle, un filtrat purifié du broyat de plusieurs cellules n°1 et on dose le taux de l'hormone **H2** chez cette guenon. On obtient le tracé du document 4 suivant :



Document 4

Analysez la courbe du document 4 en vue d'expliquer le profil de **H2** après l'injection.
4°) En intégrant l'ensemble des informations, et en faisant appel à certaines de vos connaissances, faites un schéma fonctionnel montrant les interactions hormonales entre les organes suivants : "Complexe hypothalamo - hypophysaire" - "Structure **A**" - "Ovaires" - "Utérus (endomètre + myomètre)" et ce dans les jours qui suivent le moment 1 du document 1.

CORRECTION

Exercice N°1 :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
c	c-d	a-c	c	b-d	c-d	c-d	c	c	b	b	b-c

Exercice N°2 :

1°) La FIVETE est appliquée dans les cas suivants :
- Stérilité due à une obstruction des trompes.
- Une infertilité masculine due à une oligospermie.
- Une stérilité immunologique (présence d'anticorps anti-spermatozoïdes).

2°) Fécondation in vitro et transfert de l'embryon.
Les principales étapes de la FIVETE sont :
• Induction de l'ovulation chez une patiente par injection de substances analogues à la FSH ou a la GnRH afin d'obtenir un grand nombre d'ovocytes.
• Prélèvement des ovocytes par ponction des follicules sous contrôle échographique ou par cœlioscopie. (visualisation de le cavité abdominale)
• Traitement du sperme : capacitation et sélection des spermatozoïdes.
• Mise en contact des gamètes dans un milieu de culture a 37°c.
• Maintien en culture des œufs pendant 48 heures.
• Sélection des embryons ayant atteints les stades 2 et 4 cellules.
• Transfert de (ou des) l'embryon(s), a l'aide d'un cathéter, dans la cavité utérine de la femme disponible pour la nidation.

3°) * phase 1 : c'est une phase de reconnaissance et fixation du spermatozoïdes au niveau des récepteurs de la zone pellucide de l'ovocyte II .
* **phase 2 : réaction acrosomique :** hydrolyse d'une partie de la zone pellucide grâce aux enzymes libérées par l'acrosome .
* **phase 3 : réaction corticale :** pénétration totale d'un spermatozoïde dans l'ovocyte II avec libération des enzymes par les granules corticaux au niveau de l'espace péri-ovocytaire.
pour assurer la monospermie.
***Zone A :** Zone pellucide . *** b :** granules corticaux.

4°)
* **phase 2 :** l'hydrolyse de la zone pellucide pour faciliter la pénétration du spermatozoïde .
* **phase 3 :** la réaction corticale pour empêcher la polyspermie et favoriser la monospermie (entrée d'un seul spermatozoïde dans l'ovocyte II)

5°)
***<u>Expérience 1</u> :**
Le spz capacité de la même espèce a été fixé au niveau des récepteurs spécifiques (reconnaissance) puis la réaction acrosomique permet l'entrée du spermatozoïde et par conséquent la fécondation de l'ovocyte II .
***<u>Expérience 2</u> :**
Spzs capacités + fragments de la zone pellucide, il va y avoir reconnaissance puis fixation des spzs au niveau des récepteurs des fragments de la zone pellucide.
Si on ajoute les ovocytes II , les spermatozoïdes sont déjà fixés aux fragments de la zone pellucide donc pas de reconnaissance et pas de fixation des spermatozoïdes au niveau des récepteurs des zones pellucides des ovocytes II donc pas de fécondation .

***Expérience 3** :*
Spermatozoïdes capacités + fragments de la zone pellucide provenant d'ovocyte fécondé dans ce cas les récepteurs membranaires sont détruits donc pas de fixation des spermatozoïdes puis si on ajoute l'ovocyte II dont les récepteurs sont intactes il y aura fixation d'un spermatozoïde et par conséquent il va y avoir une fécondation .

Condition de fécondation :
Reconnaissance entre les antigènes membranaires du spermatozoïde et les récepteurs spécifiques de l'ovocyte II.

Exercice N°3 :

1°) **A=**ovocyte I bloqué en prophase I **B=** Ovocyte II bloqué en métaphase II
C= ovotide **D=** complexe hypothalamo-hypophysaire

1	2	3	4	5	6
noyau de l'ovocyte I	Un bivalent ou une paire de chrs homologues	Zone pellucide	1er globule polaire	Granules corticaux	Pronucléus mâle

2°)

Structure	Lieu de prélèvement	Moment de prélèvement
A	Ovaire (follicule mûr)	Un ou deux jours avant l'ovulation
B	*Ovaire (follicule mûr) *Trompe	*Au moment de l'ovulation *Après l'ovulation (pendant les 48h)
C	Trompe	Après fécondation

3°)
Les interactions et les relations entre les structures A, B , C et D :
La **structure D** libère la GnRH par l'hypothalamus qui stimule la sécrétion de LH par l'hypophyse .La LH stimule l'ovocyte I bloqué en prophase I **(structure A)** pour achever sa D.R et donner l'ovocyte II et 1^{èr} globule polaire puis immédiatement l'ovocyte II commence la D.E et se bloque en MII **(structure B) .**
La structure B rencontre les gamètes mâle dont un seul qui la reconnaisse et y pénètre par une **réaction acrosomique** .L'entré d'un spz active l'ovocyte II bloqué en MII qui termine sa DE pour donner un 2ème globule polaire et l'ovotide .Dans ce cas les granules corticaux libèrent leur contenu (enzyme) pour détruire les récepteurs spécifiques au niveau de la zone pellucide : c'est la réaction corticale qui assure la **monospermie .** Les noyaux de l'ovotide et du spz se gonflent par duplication de l'ADN (des chromatides) et se transforment en pronucléï femelle et mâle puis immédiatement il y a rapprochement de ces pronucléï **(structure C)** .

4°)
La pilule combinée agit :
* **Au niveau du complexe hypothalamo-hypophysaire :**
Les œstrogènes et progestérone de synthèse exercent un **Rc(-) sur le C.H.H** en freinant la sécrétion de GnRH et par conséquent la **LH** et **FSH,** dans ce cas l'ovaire est au repos (pas de croissance folliculaire)
L'absence des pics de **LH et FSH** bloque l'ovulation.

***Au niveau de l'utérus :**
Les œstro-progestatifs de synthèse ont une action **anti-nidatoire** car la progestérone prise au début du cycle modifie les caractéristiques de l'endomètre qui devient impropre à la nidation .

***Au niveau du col de l'utérus :**
La glaire cervicale devient imperméable aux spermatozoïdes

Exercice N°4 :

1°) légende :

1	2	3	4	5
Trophoblaste	Blastocyste	Enzymes	Granule corticale	Cordon ombilical
6	**7**	**8**	**9**	**10**
Villosité	1ère G.P	2ème G.P	Pronucléus femelle	Pronucléus mâle

2°)

Evènement	**E1=** nidation	**E2=** réaction acrosomique
Justification	Implantation du blastocyste au niveau de l'endomètre	Libération du contenu de l'acrosome et hydrolyse locale de la zone pellucide

3°) Les cellules périphériques du blastocyste se différencient en trophoblaste et secrètent des enzymes qui creusent localement l'endomètre assurant l'implantation de l'embryon.

4°) Lors de la reconnaissance entre le spz et l'ovocyte II , l'acrosome libère son contenu enzymatique ce qui entraine une hydrolyse locale de la zone pellucide d'où la pénétration du spz .

5°) Le placenta assure :

- Rôle trophique : passage des nutriments, oxygène … de la mère au fœtus et passage du fœtus à la mère du CO2, urée, déchets métaboliques ….
- Rôle protecteur : passage des anticorps de la mère au fœtus et joue le rôle de barrière contre certains microbes.
- Rôle endocrinien : sécrétion des œstrogènes et de progestérone pour le maintien de l'endomètre.

6°) réaction acrosomique et hydrolyse de la zone pellucide **(structure S2)** → fusion des membranes et pénétration du noyau spermatique et du centriole → réveil physiologique : réaction corticale , reprise de la division équationnelle et libération du 2ème G.P → formation des pronucléi mâle et femelle par duplication de l'ADN et synthèse des protéines **(structure S4)**

7°)

a : Les figures a et b montrent chacune un nombre haploïde de chromosomes dupliqués. Il s'agit de la DR de la phase de maturation de la gamétogenèse.

b : **la figure <b>** montre un chromosome 23 de taille réduite, il s'agit de chromosome Y d'où <b> correspond au caryotype du pronucléus mâle.

La figure <a> montre un chromosome X n°23 plus grand que Y. D'où <a> correspond au caryotype du pronucléus femelle.

Exercice N°5 :

1°) Légende :

1	2	3	4	5	6	7	8
ovaire	corps jaune	endomètre	myomètre	trophoblaste	blastomère	Cytoplasme de l'ovotide	Matériel génétique de la cellule œuf en anaphase

2°)* Noms des structures :

I	II	III	IV	V	VI	VII
blastocyste	embryon stade 2 cellules	ovule	ovocyte II en MII	cellule oeuf en anaphase	morula	blastocyste nidé

***Correspondance entre les structures du document 2 et les lettres du document 1 :**

A	B	C	D	E	F	G
IV	III	V	II	VI	I	VII

3°)

Rôle des cellules 5	Importance des cellules 5
* les cellules du trophoblaste sécrètent des enzymes	qui creusent en partie dans l'endomètre formant des villosités riche en vaisseaux sanguins .Cette région de contacte entre l'embryon et la mère appelée placenta
les cellules du trophoblaste(5) sécrètent l'hormone HCG (hormone chorionique gonadotrope)	stimule le corps jaune pour la sécrétion du progestérone et œstrogènes indispensables au maintien de la muqueuse utérine au début de la grossesse.

4°)

Période	*fécondation ⟶ nidation	Nidation ⟶ 3ème mois de grossesse	3ème mois de grossesse ⟶ accouchement
Origine	Corps jaune	Corps jaune	Placenta développé
Contrôle de la sécrétion	LH stimule Cj pour la sécrétion de Pr.	HCG stimule Cj pour la sécrétion de Pr.	Placenta sécrète directement la Pr.
Effets physiologiques	*Pr. en synergie avec l'OE maintien l'endomètre développé *Pr. assure le silence utérin. *Pr. Maintien la glaire cervicale dense et imperméable aux spzs. *Pr. exerce un Rc(-) sur le C.H.H d'où les taux de LH et FSH restent faibles et constants		

Exercice N°6 :

1°)

Hommes	Analyse	Déductions
Mr.A	**Sperme présente :** Volume , pH , nombre de spermatozoïdes /ml , mobilité et formes atypiques normaux	**Mr.A** présente un sperme normal **(homme normal)**
Mr.B	**Sperme présente :** * Volume , pH , nombre de spermatozoïdes /ml , mobilité *pourcentage des formes atypiques des spermatozoïdes est élevé (74%) par rapport au sujet normal (‹40 %)	La cause de stérilité de **Mr.B** est **tératospermie .**
Mr.C	**Sperme présente :** *pH, mobilité et formes atypiques normaux *un volume faible (0,5 -1ml) par rapport au volume d'un sujet normal (3-4 ml) *nombre de spermatozoïdes par ml est faible (13 .10^6/ml) inférieur au nombre de spermatozoïdes d'un sujet normal 60.10^6/ml	**Mr. C** est stérile et présente une **hypospermie et oligospermie**

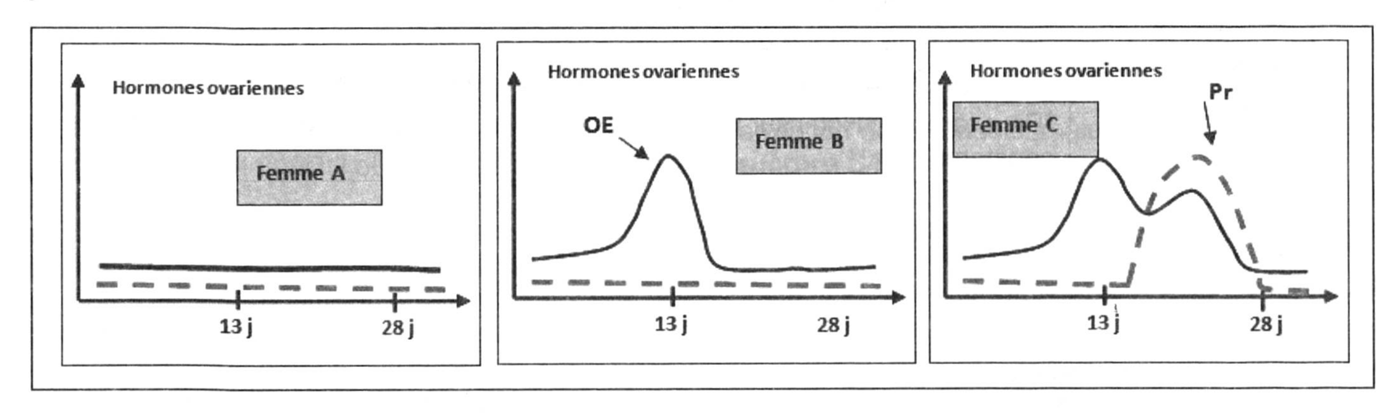
2°) a-

Femmes	Analyse	Déductions
A	-L'absence de follicules cavitaires et de follicules mûrs montre que la **folliculogenèse est bloquée.** -l'absence de corps jaune montre **l'absence d'ovulation**	Les deux femmes A et B présentent des troubles du cycle ovarien et l'absence d'ovulation. **La stérilité est confirmée**
B	-la présence de tous les types de follicules avec une structure et une activité normales : **donc la folliculogenèse se déroule normalement.** -l'absence de corps jaune montre l'absence **d'ovulation .**	
C	-la présence de tous les types de follicules avec une structure et une activité normales : **donc la folliculogenèse se déroule normalement.** - la présence de corps jaune montre la présence **de l'ovulation .**	Absence de causes de stérilité : **la stérilité est non confirmée**

b-

Femme A	**Hypothèse1 :** stérilité hormonale hypothalamique liée à une anomalie de GnRH. **Hypothèse 2 :** stérilité hormonale hypophysaire liée à une de sécrétion des gonadostimulines.
Femme B	**Hypothèse :** stérilité hormonale hypophysaire liée à une anomalie de sécrétion de LH.

c-



Justification :

***Femme A :** puisqu'il ya absence de follicules tertiaires et follicule mûr il n'y a pas de sécrétion d'œstrogènes pendant la phase folliculaire.
A cause de l'absence du corps jaune, il n'y a pas de sécrétion d'œstrogènes et de progestérone pendant la phase lutéale.

***Femme B :** puisqu'il ya présence de follicules tertiaires et follicule mûr il y a sécrétion d'œstrogènes pendant la phase folliculaire avec un pic vers 12 jà 13 j.
A cause de l'absence du corps jaune, il n'y a pas de sécrétion d'œstrogènes et de progestérone pendant la phase lutéale.

***Femme C :** puisqu'il ya présence de follicules tertiaires et follicule mûr il y a sécrétion d'œstrogènes pendant la phase folliculaire avec un pic vers 12 jà 13 j.
Puisqu'il y a présence de corps jaune , il y a sécrétion d'œstrogènes et de progestérone pendant la phase lutéale avec pic important de Pr. et un pic moins important d'œstrogènes au milieu de cette phase puis il y a chute de ces 2 hormones .

3°)

Analyse	Les causes de stérilité
-L'injection de GnRH à une femme normale provoque une augmentation de la concentration moyenne de FSH et de LH -La femme A présente des concentrations moyennes de FSH et de LH relativement triades par rapport à celles de la femme normale. -L'injection de GnRH à la femme A provoque uniquement une augmentation de la concentration moyenne de LH -La femme B présente une concentration moyenne normale de FSH et une concentration moyenne de LH relativement fade par rapport à celle de la lemme normale. -L'injection de GnRH à la femme B provoque uniquement une augmentation de la concentration moyenne de FSH.	*La femme A présente une anomalie **de la sécrétion de FSH.** *La femme B présente une **anomalie de la sécrétion de LH.**

4°) Chez la femme C , l'absence de la détection de fluorescence au niveau des pavillons , autour des ovaires et au tiers supérieure des trompes (lieu de fécondation montre que les trompes ne sont pas perméables : donc la cause de stérilité de la femme C **: elle présente une obstruction des trompes** (entre les trompes et les pavillons).

5°) a- Le couple C est concerné par la technique de FIVETE car Mr.X présente une anomalie d'oligospermie et la femme C présente une obstruction des trompes.

b-

***opération a :** l'inhibition de l'action de GnRH entraine l'inhibition des hormones hypophysaires et par conséquent le blocage du cycle ovarien.

***opération b :** injection de FSH a pour but d'obtenir plusieurs follicules mûr par croissance folliculaire et donc d'obtenir plusieurs ovocytes II.

***opération c :**

-l'échographie a pour but de suivre la croissance folliculaire (le nombre et la taille des follicules) .

- le dosage d'œstradiol : le taux élevé d'œstradiol prouve que les follicules tertiaires sont arrivés au stade follicules mûr.

***opération d : l'injection de HCG** ≈ LH (**pic de LH)** a pour but de préparer l'ovulation .

***opération e : la ponction ovocytaire** a pour but de prélever plusieurs ovocytes II.

Exercice N°7 :

1°) La date d'ovulation est : 4 décembre

Justification : l'augmentation de la température du corps est indicatrice d'ovulation.

2°) – Comparaison de l'évolution de la température corporelle chez la femme normale et les femmes A et B :

***Comparaison entre la femme normale et la femme B :** aucune différence, l'évolution de la température est similaire .

***Comparaison entre la femme normale et la femme A :**

- **similitude :** du 24 novembre à 4 décembre : la température est plus au moins constante =36,8°C

-**Différences :** Pour la femme A la température est toujours constante =36,8°C

Pour la femme normale vers le 4 décembre il y a augmentation de la température de 0,5 °C et du 5 décembre au 20 décembre la température est maintenue constante et élevée ≈ 37,3 °c

3°)

❖ **Hypothèses pour la femme A :**
-**Hypothèse 1 :** stérilité d'origine hypothalamique
-**Hypothèse 2 :** stérilité d'origine hypophysaire
- **Hypothèse 3 :** stérilité d'origine ovarienne .

Justification :
Absence d'augmentation de la température donc absence d'ovulation et donc pas de formation du corps jaune d'où l'absence de progestérone .

❖ **Hypothèses pour la femme B :**
-**Hypothèse 1 :** obstruction des trompes
-**Hypothèse 2 :** stérilité immunologique
- **Hypothèse 3 :** sécrétions vaginales acides

Justification :
La courbe d'évolution de la température montre que l'hypothalamus, l'hypophyse et les ovaires fonctionnent normalement.

4°) *Analyse : Contrairement à la femme fertile dont le taux d'œstradiol =500pg/ml au jour 12 du cycle , chez la femme A ce taux ne dépasse pas 200pg/ml .
Après l'injection de FSH chez cette femme A , il y a augmentation de sécrétion de l'œstradiol qui atteint 1000pg/ml au jour 16 suivi d'un pic de LH de 1800pg/ml au jour 18 .
***Hypothèse à retenir :** la stérilité de la femme A est d'origine hypophysaire (il ne sécrète pas de FSH)
-Justification : l'ovaire est fonctionnel car lorsqu'il est stimulé par la FSH , il sécrète l'œstradiol à forte dose d'où l'hypothèse 3 est à rejeter .
iL y a aussi un pic de LH donc l'hypothalamus est stimulé par l'œstradiol à forte dose stimule l'hypophyse qui sécrète la LH grâce à la GnRH (hypothèse 1 est à rejeter)
5°) *Le test de **« SCMC »** a montré qu'en présence de la glaire cervicale de la femme B , les spermatozoïdes deviennent immobiles donc ne peuvent plus atteindre l'ovocyte II dans les voies génitale de la femme B .
*Le médecin a proposé la technique de FIVETE à cette femme (qui est utilisée si la femme stérile présente une obstruction des trompes ou une stérilité immunologique)
*La cause de stérilité de cette femme B : la stérilité immunologique : la glaire de cette femme contient des anticorps anti-spermatozoïdes qui les immobilisent.
6°)
a- Comparaison des 2 périodes a et b :

Période a	Période b
-la sécrétion des 3 hormones le long du cycle est variable et cyclique -2 pics pour l'œstradiol : j13 et j21 -1 pic de la LH , le j14 . -une légère augmentation au début du cycle et un pic de FSH le j14	La sécrétion de ces 3 hormones est constante et continue mais très faible (inférieure à 10 (UA)

***Identification du traitement : la prise de pilule combinée.**
b- Les pilules combinées contraceptives prise par cette femme B pendant la période b contiennent des œstro-progestatifs de synthèse qui exerce un Rc(-) sur le C.H.H ainsi la sécrétion de LH et FSH devient très faible .Ce taux très faible de gonadostimulines ne peut plus stimuler les ovaires d'où l'arrêt du cycle ovarien (absence de folliculogenèse et d'ovulation) ainsi le taux d'œstradiol est maintenue faible.

Exercice N°8 :

1°) Pendant la période A , le taux de progestérone sécrété par les ovaires de Mme M devrait nul et le taux de LH est faible .
Justification : Les oestro-progestatifs de la pilule exerce un Rc(-) sur le C.H.H ⟶ GnRH diminue ⟶ LH↘ et FSH↘ d'où pas de croissance folliculaire ni d'ovulation ⟶ pas de corps jaune et donc pas de sécrétion de progestérone .

2°) a-

*Le cycle sous pilule s'étend du 5 Avril jusqu'au 3 Mai .
*Le cycle normal s'étend du 3 Mai jusqu'au 31 Mai .

Justification : du 1er jour des règles jusqu'à le jour qui précède le 1er jour des règles suivant .

b- * Les menstruations au début de la période B est due au chute du taux de progestérone de synthèse alors que les menstruations à la fin de la période B est due au chute du taux de progestérone naturelle.
c- La date prévue des menstruations de Mme M du mois de juin est **28 juin** c'est-à-dire après 14 jours de la date de l'ovulation du mois de juin qui correspond le 14juin (montée de la courbe de progestérone)
3°) *Période de fécondité au cours du mois de juin : **du 11 au 16 juin**
***Justification :** date de l'ovulation à laquelle on retranche 3 jours (au maximum 5jours) correspondant à la durée de vie des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles et on ajoute 2 jours au maximum qui correspondent à la durée de vie de l'ovocyte II **.**
D'après question 2°) Date de l'ovulation : 14 juin
4°) a- l'évènement E1 est la nidation vers le 21 juin .
A partir de l'évènement E1 le taux de progestérone continue à augmenter (au lieu de diminuer) et il y a début de sécrétion d'une hormone H en relation avec cette évènement : c'est le **HCG .**
b- Pendant la période C le taux de progestérone augmente en parallèle avec l'augmentation du HCG donc le HCG stimule le corps jaune pour la sécrétion de la progestérone .
5°) L'injection de la substance X le 12 Aout est suivie à partir du 13 Aout d'une chute des taux sanguins de progestérone et du HCG .Le taux élevé de progestérone est nécessaire pour la stimulation du développement de l'endomètre et donc la poursuite de la grossesse .La chute de progestérone entraine la destruction de l'endomètre et par conséquent l'expulsion de l'embryon : avortement.
***Hypothèse 1 :** la substance X hydrolyse la progestérone avant d'arriver au niveau de l'endomètre.
***Hypothèse 2 :** la substance X détruit les récepteurs spécifiques de progestérone au niveau de l'endomètre.
***Hypothèse 3 :** la substance X occupe les récepteurs spécifiques de la progestérone au niveau de l'endomètre.
6°) *La mise en contact du surnageant (muqueuse utérine broyée) + progestérone radioactive on obtient 100% de liaison de progestérone aux récepteurs spécifiques (protéines) situés au niveau des cellules de l'endomètre .
*La mise en contact du surnageant (muqueuse utérine broyée) + substance X non radioactive avant d'ajouter de progestérone radioactive on obtient 0% de liaison de progestérone aux récepteurs spécifiques (protéines) situés au niveau des cellules de l'endomètre **donc il y a diminution de fixation de molécules de progestérone fixées à leurs récepteurs en présence de la substance X**

Conclusion :
Lors de la prise de la substance X qui est une analogue structurale de la progestérone se fixe sur tous les récepteurs de la progestérone dans les cellules de l'endomètre d'où la neutralisation de l'efficacité de l'action de la progestérone ce qui entraine une dégradation de l'endomètre et par conséquent l'avortement .donc **l'hypothèse 3 est confirmée .**

Exercice N°9 :

A/ 1°) E1 : ovulation ; E2 : fécondation ; E3 : nidation
2°)

Hormone	Justification	Conclusion
H_1	Sécrétion faible, sauf un pic important la veille de l'ovulation	C'est la **LH**
H_2	Pas de sécrétion pendant la phase folliculaire. Sécrétion croissante à partir de 14ème Jour. Présence d'un pic au 21ème Jour.	C'est la **progestérone**
H_3	Sécrétion à partir de la nidation	C'est la **HCG**

3°)

Analyse	Conclusion
Chez la femme F2, on observe une menstruation tous les 28 jours, donc son cycle ovarien se déroule normalement, et n'a pas un problème de stérilité. La sécrétion de LH est très faible, avec absence de pic. La sécrétion de progestérone est presque nulle.	**Hypothèse :** la femme F2 est sous **pilule combinée**. Ainsi, la sécrétion de LH très faible peut résulter d'un RC(**-**) permanent et la sécrétion de progestérone.

4°)

	Femme 1	Femme 2
Etat de l'endomètre	Au moment 1, l'endomètre est bien développé, montre une dentelle utérine favorable à la nidation.	Au moment 2, l'endomètre est développé de façon anormale (anarchique), défavorable à la nidation.
Justification	L'endomètre a été développée et sensibilisée d'abord par les œstrogènes puis la progestérone renforce ce développement et assure la formation de la dentelle utérine.	L'endomètre subit dès le début du cycle l'action combinée des hormones de synthèse ce qui conduit au développement anormal. C'est l'effet anti-nidatoire de la pilule combinée.

B/ 1°)

Structure A ⟶ Blastocyste		Structure B ⟶ Formation et rapprochement des pronucléï		
1: Trophoblaste	**2**: 1er G.P	**3**: 2ème G.P	**4**: Pronucléus femelle	**5**: Pronucléus mâle

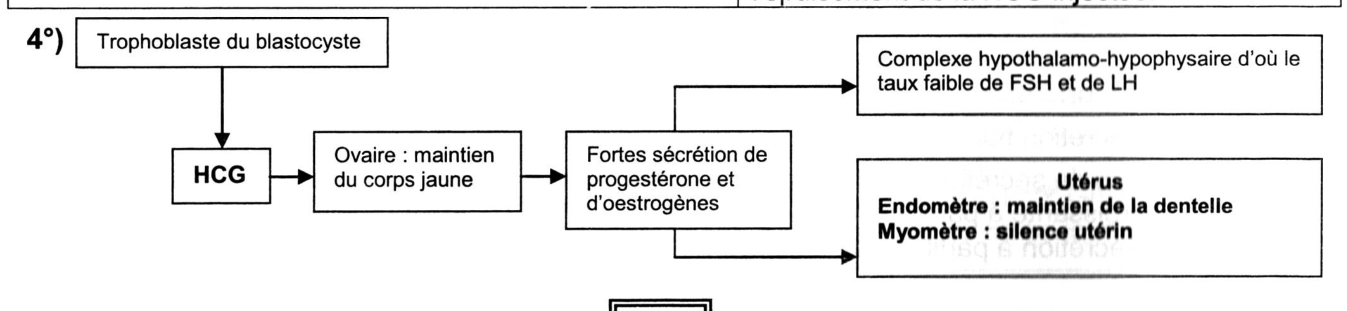
2°)

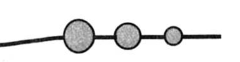
Structure	Période	Justification
B	Du jour 14 au jour 16 environ, du cycle	Dans les 48 heures qui suivent l'ovulation se passe la fécondation. Ainsi la structure B devient un zygote par la fusion des deux pronucléï mâle et femelle.
A	Vers le jour 21. La nidation se passe environ 7 jour après la fécondation.	Ce zygote entame sa 1ère mitose et donne un embryon à deux cellules. Les mitoses se succèdent et l'embryon progresse dans la trompe en direction de l'utérus, il devient morula puis blastocyste (structure A). Vers le 7ème jour de la fécondation, il atteint l'utérus.

3°)

Analyse	Conclusion
* Avant l'injection du filtrat du broyat des structures A: le taux de progestérone H2 croit à partir de J-10 et atteint un pic de 24ng/ml au J-3 puis commence à chuter 15 ng/ml le J0. * Suite à l'injection du filtrat du broyat des structures A au J0 : le taux de progestérone augmente de nouveau et atteint un pic au J6 de 30 ng/ml, puis diminue de nouveau et atteint 20 ng/ml le J19.	Suite à l'injection du filtrat du broyat des structures A au J0, l'augmentation de progestérone s'explique par l'existence d'un facteur hormonal dans le filtrat : il s'agit de la **HCG** secrétée par le trophoblaste. Cette hormone agit sur le corps jaune et stimule son activité (sécrétion de progestérone). La chute de progestérone après le jour 6 s'explique par l'épuisement de la HCG injectée.

4°)





CHAPITRE -1- LE BRASSAGE DE L'INFORMATION GENETIQUE

L'ESSENTIEL DU COURS

I/ Définition de la méiose :

La méiose est le processus de double division cellulaire permettant la formation **gamètes** ou **cellules sexuelles** chez les organismes eucaryotes : c'est le phénomène de la **gamétogenèse** :

- la **spermatogenèse** : la formation des **spermatozoïdes** chez l'homme.
- **l'ovogenèse** : la formation des **ovules** chez la femme.

La méiose comporte deux divisions successives : **division réductionnelle** et **division équationnelle.**
À partir d'une cellule mère diploïde**(à 2n chromosomes)** , on obtient 4 cellules filles **haploïdes (à n chromosomes) chacune** au matériel génétique différent.

a-La division réductionnelle :
Division par laquelle une cellule germinale diploïde à 2n chromosomes dupliqués donne 2 cellules haploïdes (n chromosomes dupliqués).

b-La division équationnelle :
Les deux cellules filles issues de la division réductionnelle subissent la division équationnelle en donnant 4 cellules ou gamètes (n chromosomes simples) .

II/ Brassage génétique au cours de la méiose :

Lors de la formation des gamètes, la méiose assure une redistribution des gènes d'origine maternelle et des gènes d'origine paternelle à l'intérieur des gamètes haploïdes : c'est le brassage génétique qui se fait par deux mécanismes :

a- Brassage intra- chromosomique ou Crossing-over :
En **prophase I** les chromosomes homologues s'apparient et forment ainsi des bivalents.
1 bivalent = 1 paire de chromosomes homologues appariés. Il y a n bivalent. Les chromatides homologues **non sœurs** se croisent en un point appelé **Chiasma** puis se cassent et enfin recollées, conduisant ainsi à des chromatides recombinés . Le brassage intra-chromosomique se caractérise par l'existence de crossing-over. Crossing-over = **échange réciproque de fragments** , entre 2 chromatides non sœurs appartenant à 2 chromosomes homologues différents, lors de la prophase I.

b- Brassage inter-chromosomique :
***En métaphase I** , la disposition des chromosomes d'une paire de part et d'autre du plan équatorial est **aléatoire**.

***En anaphase I,** lors de la disjonction des chromosomes, les deux chromosomes homologues de chaque paire se séparent au hasard et chaque chromosome migre vers l'un ou l'autre pôle de la cellule. : Un tel brassage est qualifié **de brassage inter chromosomique .**Les différents chromosomes se séparent donc indépendamment les uns des autres .
La répartition au hasard des chromosomes donne à chaque pôle un mélange de chromosomes paternels et maternels d'où l'obtention des gamètes **génétiquement différents**
Pour **2n** chromosomes, il y a **2^n types de gamètes génétiquement différents avec n= nombre de paires de chromosomes .**
Chez l'homme 2n= 46 donc le nombre de types de gamètes génétiquement différent obtenus par brassage inter chromosomique seulement est 2^{23} .
Ce phénomène est d'autant plus important que le nombre de chromosomes est élevé.
Conclusion : Au cours de la méiose, le brassage intra-chromosomique s'ajoute au brassage inter chromosomique d'où la diversité génétique des gamètes est alors infinie.

III/ Brassage génétique au cours de la fécondation :

La fécondation est la rencontre au hasard entre le gamète mâle et le gamète femelle .
La fécondation **amplifie la diversité génétique** due à la méiose.
La réunion au hasard dans une même cellule de deux combinaisons chromosomiques (allèles) amplifie la diversité génétique .
Exemple : Pour l'espèce humaine à 2n=46 chromosomes et en tenant compte seulement du brassage inter chromosomique on a :
*L'homme donne par brassage inter chromosomique produit 2^{23} types de gamètes.
*La femme donne par brassage inter chromosomique produit 2^{23} types de gamètes .
A la fécondation ,on obtient : **$2^{23} \times 2^{23} = 2^{46}$ types d'œufs différents** ce nombre est très élevé par rapport à celui des types de gamètes obtenus par brassage inter chromosomique .
D'une façon générale après fécondation on obtient : **$2^n \times 2^n = 2^{2n}$ types d'œufs différents.**

IV/ La transmission de 2 couples d'allèles chez les diploïdes : Le dihybridisme

Le dihybridisme : transmission de 2 couples d'allèles : **Hérédité autosomale**

1°) Les 2 gènes (A, a) et (B, b)sont indépendants : (2n = 4)

a- Cas de dominance absolue pour les 2 caractères :

***Parents : [AB] et [ab] ou [Ab] et [aB]**
***F1 est homogène** (1ère loi de Mendel est vérifiée) : **100 %** de phénotypes dominants **[AB].**
*** F1 produit 4 types de gamètes équiprobables avec les proportions (1/4, 1/4, 1/4 ,1/4) par brassage interchromosomique seulement : 3ème loi de Mendel est vérifiée**
Troisième Loi de MENDEL: Loi de l'indépendance des couples de caractères (gènes)
Les phénotypes observés montrent que la disjonction s'est faite de manière indépendante pour les divers couples d'allèles.
***F2 est hétérogène** avec une répartition statistique au **16ème** : **9/16 - 3/16- 3/16 - 1/16** : il s'agit du résultat du produit : **(3/4 + 1/4)x (3/4 + 1/4)**
***Le test-cross** donne une répartition phénotypique : **1 /4 , 1 /4 , 1/ 4 , 1/ 4** dont 50% phénotypes parentaux et 50 % phénotypes recombinés.

b- Cas de dominance absolue pour un caractère et de codominance pour l'autre :

***F1 est homogène.**
***F2 présente 6 phénotypes** avec une répartition statistique au **16ème** dont les proportions sont :
3/16 - 6/16 - 3/16 - 1/16 - 2/16 - 1/16 : il s'agit du résultat du produit : **(3/4 + 1/4) x (1/4 + 1/2 + 1/4)**

c- Cas de codominance pour les 2 caractères :

***F1 est homogène.**
***F2 présente 9 phénotypes** avec une répartition statistique au **16ème** dont les proportions sont :
1/16-2/16-1/16-2/16- 4/16-2/16-1/16-2/16-1/16 : c'est le résultat du produit :
(1/4 + 1/2 + 1/4) x (1/4 + 1/2 + 1/4)

2) Les 2 gènes (A, a) et (B, b) sont liés : (2n = 2)

a- Cas de linkage absolu : pas de crossing-over :

***F1 est homogène : 100% [AB] si les parents [AB] et [ab] ou [Ab] et [aB].**
***F2** : deux cas se présentent selon les phénotypes des parents d'origine .
- 1er cas : [AB] et [ab] : La F2 est composée de 3/4 [AB] , 1/4 [ab]
- 2eme cas : [Ab] X [aB] :La F2 est composée de 1/4 [Ab] + 1/2 [AB] + 1/4 [aB]
***Le test- cross donne : 1/2 [AB] + 1/2 [ab]** si les parents d'origine sont **[AB] et [ab]**
***Le test- cross donne : 1/2 [Ab] + 1/2 [aB]** si les parents d'origine sont **[Ab] et [aB]**
IL y a intervention d'un brassage inter chromosomique seulement.

b- Cas de linkage partiel: avec crossing-over :

***F1 est homogène 100% [AB] si les parents [AB] et [ab] ou [Ab] et [aB]..**
*** le test-cross donne : 4 phénotypes équiprobables 2 à 2** dont 2 phénotypes parentaux majoritaires > à 50 % et 2 phénotypes minoritaires recombinés <50%

(1-p)/2 }
(1-p)/2 } Phénotypes parentaux

p/2 }
p/2 } Phénotypes recombinés

Les phénotypes recombinés résultent d'un brassage intra et inter chromosomique , et d'une rencontre au hasard des gamètes lors de la fécondation . Le pourcentage des gamètes recombinés ou **p** traduit la distance relative entre les 2 gènes étudiés.

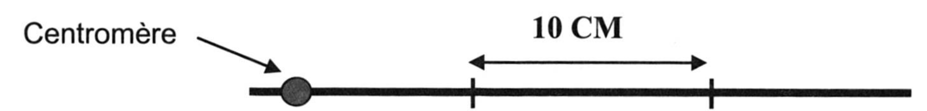
***F2 est hétérogène avec 4 phénotypes** dont 2 phénotypes parentaux majoritaires non équiprobables et 2 phénotypes recombinés minoritaires équiprobables.
Remarque : le mâle de drosophile ne fait pas de crossing-over

***Calcul du pourcentage de recombinaison (p) =** $\dfrac{\text{Nombre total d'individus recombinés}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$

-Si p=50 % ⟶ les 2 gènes sont indépendants.
- Si p=0 % ⟶ les 2 gènes liés avec linkage absolu.
- Si 0 <p < 50 % ⟶ les 2 gènes liés avec linkage partiel.

***Distance (g1-g2) = p x 100 en CM**

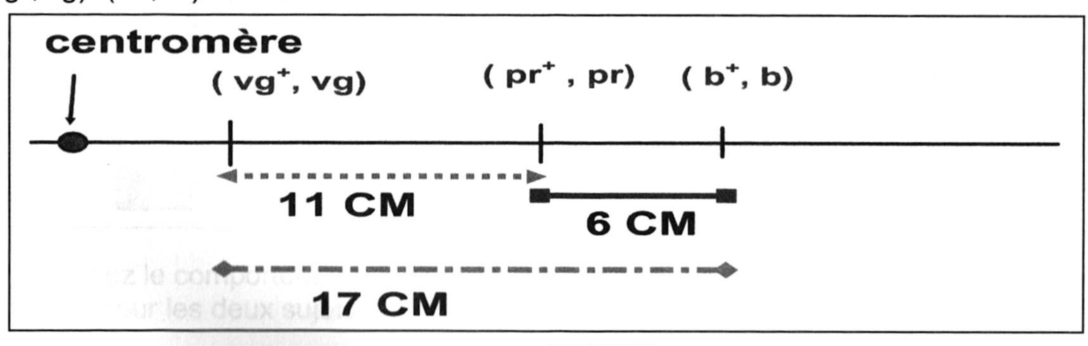
***Carte factorielle ou carte génétique : représentation des gènes sur le chromosome**



***Cas de 3 gènes :**
soient 3 couples d'allèles (vg^+, vg) , (pr^+, pr) et (b^+, b) liés 2 à 2 avec les distances suivantes :

- d (vg^+, vg)- (pr^+, pr) = 11 CM
- d (b^+, b)- (pr^+, pr) = 6 CM
- d (vg^+, vg)- (b^+, b) = 17 CM

D'où la carte factorielle des 3 gènes :



EXERCICES

Exercice N°1 :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

1°/ Le polymorphisme des individus s'explique par :

- **a-** des gamètes identiques fournis par chaque individu.
- **b-** la diversité génétique des gamètes issus de la méiose.
- **c-** la rencontre au hasard des gamètes au cours de la fécondation.
- **d-** une rencontre orientée des gamètes au cours de la fécondation.

2°/ Les allèles d'un gène :

- **a-** occupent toujours le même locus sur la même paire de chromosomes homologues.
- **b-** peuvent changer, au cours de la méiose, d'un chromosome à l'autre dans un bivalent.
- **c-** sont au nombre de deux dans un gamète.
- **d-** ne peuvent pas exister sous deux formes différentes dans une cellule diploïde.

3°/ Un individu homozygote pour un premier couple d'allèles et hétérozygote pour un deuxième couple d'allèles, produit :

- **a-** deux types de gamètes équiprobables.
- **b-** deux types de gamètes non équiprobables.
- **c-** quatre types de gamètes équiprobables.
- **d-** quatre types de gamètes non équiprobables.

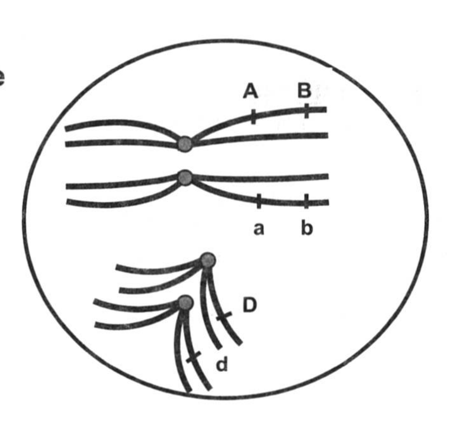
4°/ Le brassage inter-chromosomique :

- **a-** a pour origine la séparation des 2 chromosomes homologues de chaque paire.
- **b-** a pour origine la séparation des 2 chromatides de chaque chromosome.
- **c-** produit des gamètes génétiquement différents .
- **d-** produit des gamètes identiques .

5°/ Un crossing-over est un échange entre :

- **a-** deux chromatides d'un chromosome dédoublé.
- **b-** les chromatides d'une paire de chromosomes différentes.
- **c-** deux chromosomes homologues non dupliquées.
- **d-** deux chromatides de deux chromosomes homologues.

6°/ Le document ci - contre présente la prophase 1 de la méiose chez un individu M. Chez cet individu, il peut y avoir :



- **a-** un crossing - over entre les gènes (A, a) et (D, d).
- **b-** formation de gamète ayant la combinaison allélique (a A D)
- **c-** formation de 4 types de gamètes sans intervention de brassage intrachromosornique.
- **d-** formation de gamète ayant la combinaison allélique (a B d)

7°/ La troisième loi de Mendel est la loi :

- **a-** de la pureté des gamètes.
- **b-** de pureté des caractères.
- **c-** de l'uniformité de la première génération.
- **d-** de disjonction indépendante des couples d'allèles indépendants.

8°/ Dans le cas du dihybridisme (cas de deux gènes indépendants), lorsqu'on croise un double hétérozygote (hétérozygote pour les deux gènes) avec un double homozygote (homozygote pour les deux gènes), le pourcentage d'homozygotes attendu à la génération suivante est de :

a- 25% **b-** 50% **b-** 75% **b-** 100%

9°/Si la probabilité des gamètes de type Ab produits par un sujet de génotype Ab//aB est de 40%, la distance entre les 2 gènes est de :

a- 40 centimorgans.
b- 5 centimorgans.
c- 10 centimorgans.
d- 20 centimorgans.

10°/ Chez drosoohila mélanogaster. on connaît 2 gènes autosomaux et liés, notés (A, a) avec (A>a) et (B,b) avec (B>b). Le croisement de deux souches simples mutantes et homozygotes [A,b] x [a,B] donne une F1 composée de mouches sauvages [A,B]. Croisées entre elles, ces mouches F1 donnent à la F2 :

a- 9/16 [A,B] , 3/16 [A ,b] , 3/16 [a ,B] , 1/16 [a ,b]
b- (3- P)/4 [A,B] , P/4 [A ,b] , P/4 [a ,B] et (1- P)/4 [a ,b]
c- ½ [A,B] , ¼ [A, b] et ¼ [a ,B]
d- 1/4 [A ,B] , 3/8 [A ,b] et 3/8 [a ,B]

11°/ Le croisement de deux drosophiles $\frac{AB}{ab}$ **et** $\frac{ab}{ab}$ peut **donner statistiquement :**

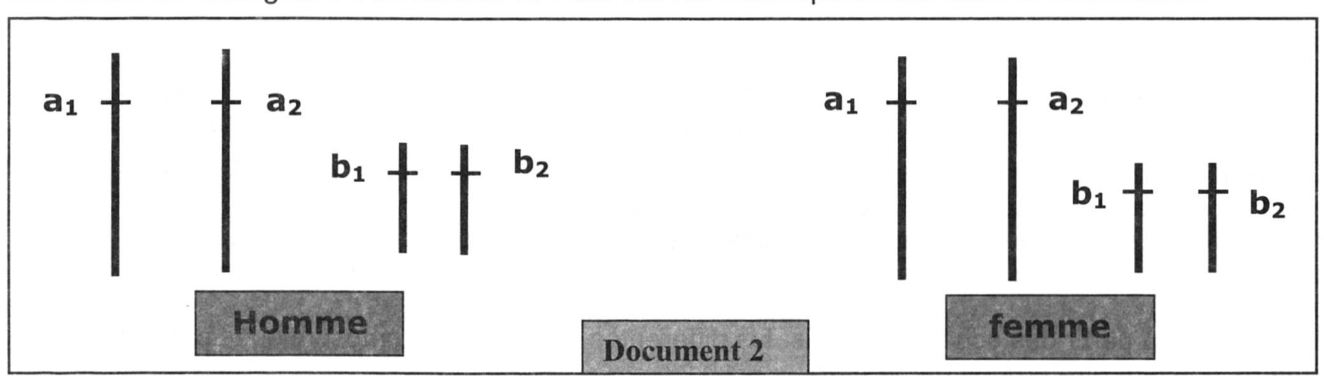
a- 50% [A,B] + 50% [a ,b]
b- 9/16 [A,B] + 3/16 [A ,b] + 3/16 [a ,B] + 1/16 [a ,b]
c- 1/4 [A,B] + 1/4 [A ,b] + 1/4 [a ,B] + 1/4 [a ,b]
d- X% [A,B] + y% [A ,b] + y % [a ,B] + X% [a ,b]

12°/ On considère deux couples d'allèles (A,a) et (B,b) distants de 20 CM.Le croisement de deux individus hybrides fourni parmi les descendants 1 % d'individus de phénotypes doubles récessifs [a b] , les génotypes des parents sont :

a- AB//ab x Ab//aB **b-** AB//ab x AB//ab **c-** Ab//aB x Ab//aB **d-** Aa//bB x Aa//bB

<u>Exercice N°2 :</u>

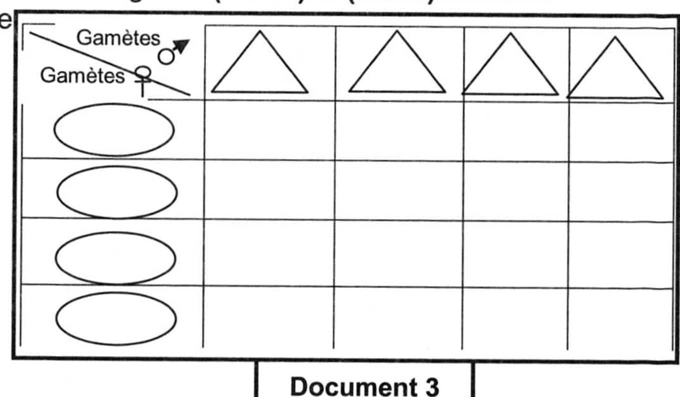
Les allèles de deux gènes d'un homme et d'une femme sont représentés dans le document 2.



Document 2

1°) Schématisez le comportement de ces chromosomes et de leurs allèles au cours des deux anaphases de la méiose pour les deux sujets.

2°) Indiquez les combinaisons allèliques des gamètes produits par cet Homme et cette femme ainsi que leurs proportions.
3°) Peut-il y avoir un brassage intra-chromosomique entre les gènes **(a1/ a2) et (b1/b2).** Justifiez
4°) Complétez le tableau du document 3 ci-contre en y indiquant les combinaisons allèliques des différents types de gamètes, mâles et femelles, ainsi que celles des zygotes résultant de leurs rencontres.

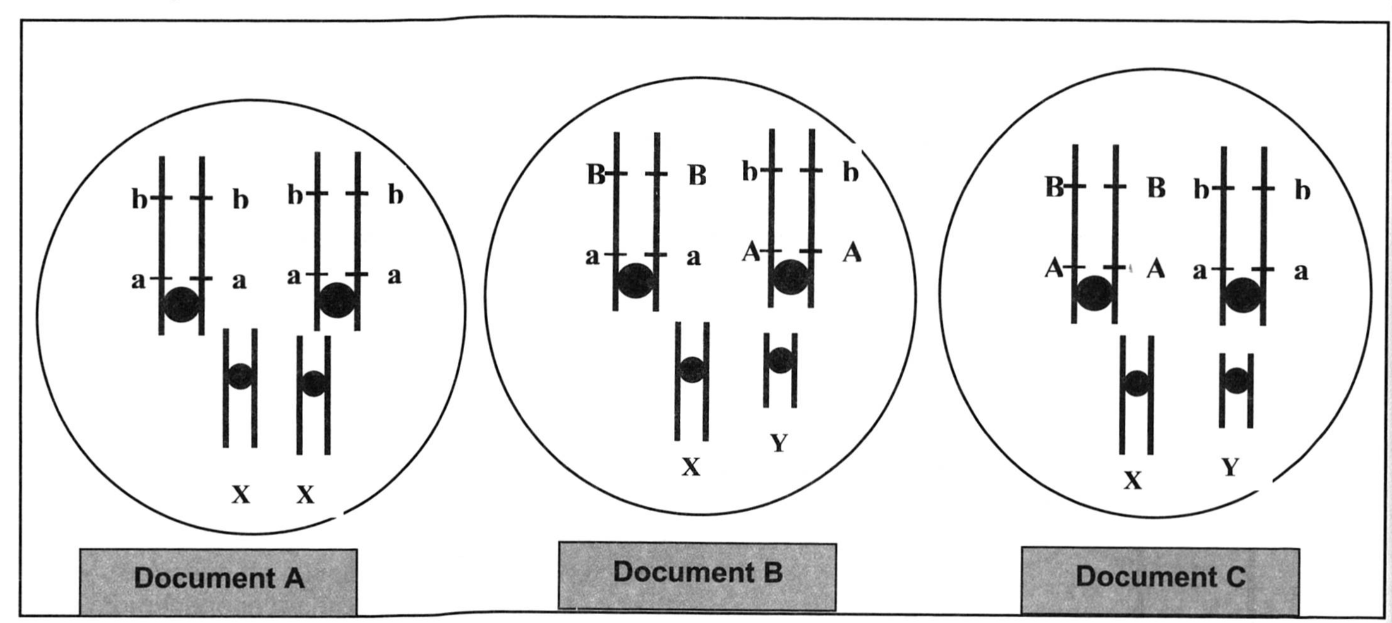


Document 3

5°) Comparez les combinaisons alléliques des zygotes du Document 3 avec celles des sujets présentés dans le document 2 .

Exercice N°3 :

Les documents A, B suivants montrent la garniture chromosomique simplifiée et la composition allélique pour deux couples d'allèles **(A, a) et (B, b)** de cellules germinales (=cellules mères des gamètes) de deux parents : une mère (document A) et un père (document B) Le document C représente de la même manière la garniture chromosomique et la composition allélique d'une cellule de leur enfant.

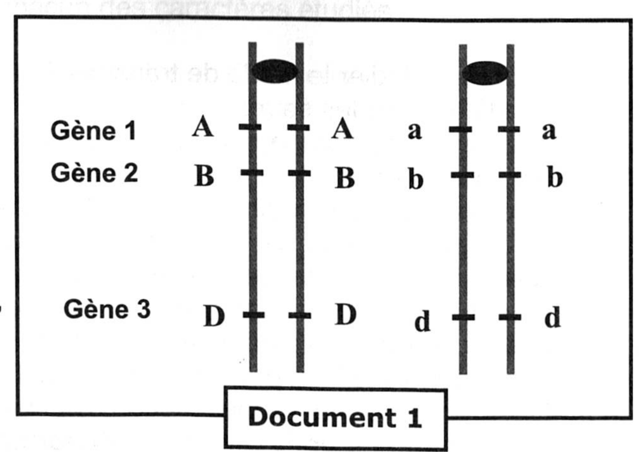


Document A
Document B
Document C

1°) Schématisez les différentes garnitures chromosomiques possibles des gamètes de la mère. Encadrez le type de gamète y qui était à l'origine de l'enfant.
2°) Schématisez les différentes répartitions possibles des chromosomes à l'anaphase I et à l'anaphase II de la cellule germinale du père (vous ne considérerez aucun échange entre les chromosomes)
3°) Déduisez, à partir des schémas établis, les différentes garnitures chromosomiques possibles des gamètes pouvant être produit par le père.
4°) Expliquez par un schéma annoté le phénomène conduisant au gamète paternel qui était à l'origine de l'enfant.

Exercice N°4 :

Soit une cellule mère de gamète en G2 de l'interphase pré méiotique le document 1 représente de manière simplifiée une paire de chromosomes homologues de cette cellule sur les quels sont figurées les loci de trois gènes avec leurs allèles :
gène 1(A ,a) ; gène 2 (B ,b) et gène 3 (D ,d).
Un crossing over s'est produit entre le gène 2 **(B ,b)** et le gène 3**(D ,d)** au cours d'une phase de la méiose , ce crossing-over aboutit à un brassage génétique

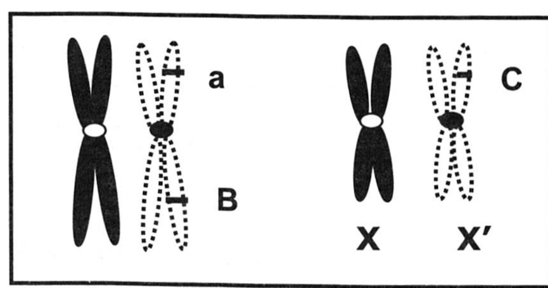


Document 1

1°) Nommez cette phase.
2°) Identifiez ce type de brassage et donnez sa conséquence.
3°) Schématisez le comportement de cette paire de chromosomes homologues et de leurs allèles au cours de cette phase, de l'anaphase I et de la télophase II .

Exercice N°5 :

On se propose d'étudier le brassage de l'information génétique au cours de la reproduction sexuée.
Le document ci-contre représente schématiquement une **cellule germinale en prophase I** d'un individu **F** appartenant à une espèce dont la détermination du sexe est analogue à celle de l'homme.



On connait chez cette espèce l'emplacement de 3 gènes **G1, G2** et **G3** ayant respectivement **(A, a)** , **(B ,b) et (C, c)** .

Nb : les chromosomes en noires sont paternelles et en pointillés maternelles.
1°) Déterminez la formule chromosomique de cette cellule ainsi que le sexe de l'individu.
2°) Reproduisez les chromosomes sur votre copie et complétez la localisation des allèles sur les chromosomes sachant que l'individu **F** est :
Hétérozygote pour les gènes **G1 et G3** et **homozygote** pour **G2.**
3°) Représentez les garnitures chromosomiques et alléliques du gamète mâles et du gamète femelle à l'origine de **F** (parents de **F).**
4°) En considérant uniquement le brassage inter chromosomique :
a- Représentez les différentes dispositions des chromosomes en anaphase **I** que peut subir cette cellule germinale de F. (schématisez les allèles).
b- En utilisant les lettres symbolisant les allèles et les chromosomes, donnez **toutes les combinaisons** possibles des gamètes issus de cet individu **F.**
5°) Schématisez l'évolution de la paire d'autosomes suite à l'établissement d'un chiasma entre le gène **G1** et le centromère.
6°) Précisez, sans faire de schémas ; les différentes combinaisons alléliques possibles des gamètes que peut donner cet individu suite aux deux types de brassages.

Exercice N°6 :

On se propose d'étudier le mode de transmission de deux caractères héréditaires déterminés par deux couples d'allèles chez les souris :

- ❖ Le couple d'allèles **(A_1 , A_2)** contrôlant l'aspect des poils avec :

-A1 : allèle qui détermine le phénotype poils raides .
- A2 : allèle qui détermine le phénotype poils frisés.

- ❖ Le couple d'allèles **(B_1, B_2)** contrôlant l'aspect de l'œil avec :

- B1 : allèle qui détermine le phénotype œil normal.
- B2 : allèle qui détermine le phénotype œil mal formé.

1°) On réalise le premier croisement suivant :

On croise 2 souris l'une **P_1** à **poils raides et à œil normal** et l'autre **P_2** de **lignée pure à poils frisés et œil mal formé.** On obtient les descendants suivants :

- ➢ **110 souris à poils raides et œil normal.**
- ➢ **112 souris à poils raides et œil malformé.**

a- A partir de l'analyse de ce croisement précisez la relation de dominance pour ces 2 gènes.
b- Donnez les génotypes possibles des 2 parents croisés.
c- On se propose de rechercher la localisation des gènes considérés sur les chromosomes. Discutez les hypothèses suivantes :

***Hypothèse 1 :** Les gènes considérés sont indépendants.
***Hypothèse 2 :** Les gènes considérés sont liés et la liaison est partielle.

2°) On réalise le 2ème croisement suivant :

On croise une souris à **poils raides et à œil normal_** avec une souris à **poils frisés et œil mal formé**
On obtient les descendants suivants :

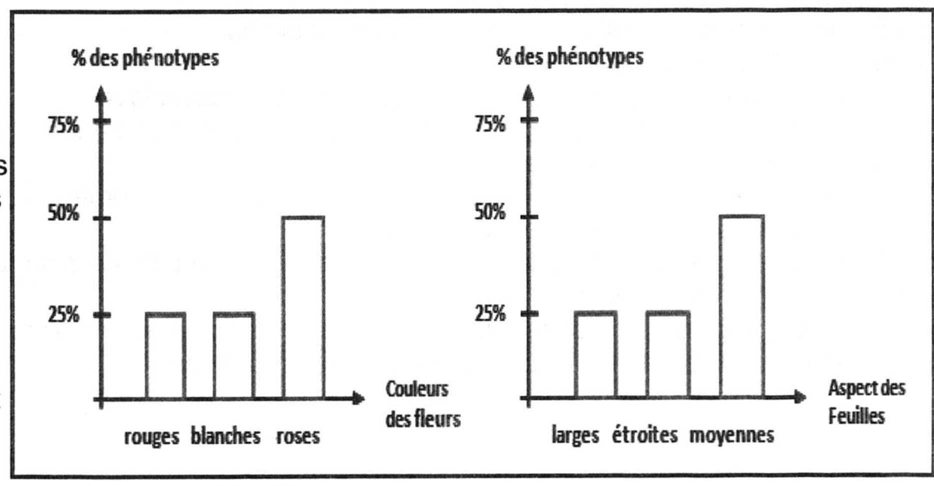
a- Précisez l'hypothèse confirmée à partir de l'analyse des résultats de ce croisement.
b- Ecrivez les génotypes des parents et des descendants du 2ème croisement.
c- En tenant compte de l'ensemble des informations précédentes, prévoyez la répartition phénotypique du croisement

- ➢ **55 souris à poils frisés et à œil normal**
- ➢ **56 souris à poils frisés et œil mal formé**
- ➢ **54 souris à poils raides et à œil normal**
- ➢ **56 souris à poils raides et œil mal formé**

de 2 souris prises des descendants du 2ème croisement : la première souris du couple choisie est à poils raides et à œil normal et la deuxième souris est à poils frisés et à œil normal.

Exercice N°7 :

Chez une espèce végétale , on a réalisé le croisement d'une variété a fleurs rouges et feuilles larges avec une variété à fleurs blanches et feuilles étroites. Les hybrides F1 sont croisés entre eux. Les histogrammes ci-contre représentent les phénotypes des descendants issus de ce croisement formant une F2 pour chacun des 2 caractères étudiés.



1°) Indiquez le nombre de couples d'allèles contrôlant chacun des caractères étudiés ainsi que le type de dominante. Justifiez votre réponse.
2°) Parmi 1600 individus de la F2, 100 sont de phénotype rouge et large. Quel renseignement dégage-t-on a propos de la liaison ou de l'indépendance des gènes considérés?
3°) En considérant à la fois la couleur de la fleur et la taille de la feuille, déterminez les différents phénotypes de cette F2 et leurs effectifs.

Exercice N°8 :

On dispose de deux races pures de drosophile avec lesquelles on réalise le **1ère croisement suivant :** Des femelles de drosophile à ailes longues et à corps noir sont croisées avec des mâles à ailes courtes et à corps gris .
Les individus **F1** issus de ce croisement sont croisés entre eux. Ce 2ème **croisement** a engendré une génération **F2** qui comporte :

- **499 mouches à ailes longues et à corps gris.**
- **251 mouches à ailes longues et à corps noir.**
- **250 mouches à ailes courtes et à corps gris.**

1°) Analysez les résultats de ces croisements afin de préciser :
a- la relation de dominance entre les allèles de chaque gène
b- La relation d'indépendance ou de liaison entre les gènes contrôlant les caractères étudiés.
c- les génotypes des parents et de leurs descendants **F1.**
2°) Un **3ème croisement** est effectué entre une femelle de la **F1** et un mâle à corps noirs et ailes courtes. Parmi les drosophiles obtenues dans la descendance il y a **15%** à ailes longues et corps gris.
a- Que pouvez-vous déduire de l'analyse de ce résultat ?
b- Etablissez l'échiquier du 2ème croisement et montrer en quoi ce croisement ne permet pas d'estimer le pourcentage des recombinaisons .
c- Prévoyez la composition phénotypique de la descendance, sur 400 individus issus du 3ème croisement (donner les phénotypes , les génotypes et l'échiquier de croisement) .
3°) On isole une mouche M1 de la F2 parmi les 251 qu'on croise avec une mouche M2 de sexe opposé prise parmi les 250 obtenues également en F2. Les résultats de ce croisement sont consignés dans le tableau ci-dessous.

21 mouches à ailes longues et à corps gris	**20** mouches à ailes longues et à corps noir	**19** mouches à ailes courtes et à corps gris	**20** mouches à ailes courtes et à corps noir

Analysez les résultats de ce croisement afin de déterminer les génotypes des mouches **M1, M2** et de leurs descendants.

Exercice N°9 :

En croisant des drosophiles de races pures : une femelle sauvage à ailes longues et yeux rouges avec un mâle mutant à ailes vestigiales et yeux pourpres, on obtient à la F1 des individus à ailes longues et yeux rouges. La **F2,** issue de l'inter-fécondation des individus de la F1, est formée de :

- **228 Drosophiles à ailes longues et yeux rouges.**
- **10 Drosophiles à ailes longues et yeux pourpres.**
- **12 Drosophiles à ailes vestigiales et yeux rouges.**
- **70 Drosophiles à ailes vestigiales et yeux pourpres.**

1°) Expliquer ces résultats et donner l'interprétation chromosomique de 1ère croisement.
2°) Représenter la carte génétique (factorielle).

Exercice N°10 :

On se propose d'étudier le mode de transmission de deux couples d'allèles chez la drosophile.
*un couple d'allèles contrôlant la couleur du corps.
*un couple d'allèles contrôlant la taille des soies.
Pour cela on dispose de quatre souches S1, S2, S3 et S4 avec lesquelles on réalise les croisements suivants
Premier croisement : On croise la souche S1 à corps gris et soies normales avec la souche S2 à corps ébène et soies courtes. La descendance obtenue est composée de drosophiles toutes à corps gris et soies normales.
Deuxième croisement : On croise la souche S3 à corps gris et soies courtes avec la souche S4 à corps ébène et soies normales. La descendance obtenue est composée de :
- **251 drosophiles à corps gris et soies normales**
- **249 drosophiles à corps gris et soies courtes**
- **248 drosophiles à corps ébène et soies normales**
- **252 drosophiles à corps ébène et soies courtes.**

1°) Analysez les résultats obtenus en vue de :
  a- déduire la relation de dominance entre les allèles de chaque couple.
  b- déterminer les génotypes possibles des souches **S3 et S4.**

Troisième croisement : On croise une souche S5 issue du deuxième **croisement (S3 x S4)** avec la souche **S2.** La descendance obtenue est composée de :
- **452 drosophiles à corps gris et soies courtes**
- **448 drosophiles à corps ébène et soies normales**
- **48 drosophiles à corps gris et soies normales**
- **52 drosophiles à corps ébène et soies courtes**

2°) À partir de l'analyse des résultats du troisième croisement et des informations précédentes :
  a- identifiez le phénotype de la souche **S5.**
  b- précisez si les deux couples d'allèles étudiés sont liés ou indépendants.

3°) En établissant le tableau de rencontre des gamètes des souches **S2 et S5**, expliquez les résultats du troisième croisement.

Exercice N°11 :

On se propose d'étudier le mode de transmission de deux caractères héréditaires déterminés par deux couples d'allèles chez un insecte :
- Le couple **(A1, A2)** contrôlant la couleur de l'abdomen avec :

- A1 : allèle qui détermine le phénotype abdomen coloré.
- A2 : allèle qui détermine le phénotype abdomen incolore.
- Le couple (**B1, B2)** contrôlant la présence ou l'absence d'ailes avec :

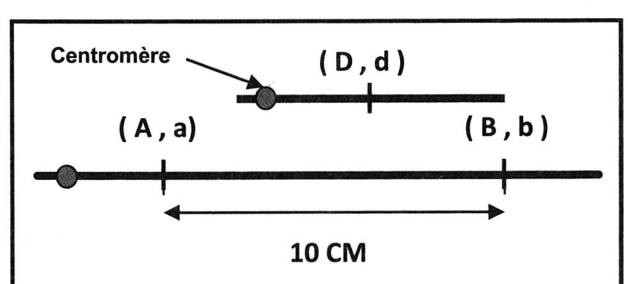
- **B1** : allèle qui détermine le phénotype présence d'ailes.
- B2: allèle qui détermine le phénotype absence d'ailes.
1°) On réalise le premier croisement suivant :
Une lignée N1 à abdomen coloré et sans ailes est croisée avec une lignée N2 à abdomen incolore et présentant des ailes. Les descendants de la **F1** obtenus sont à abdomen légèrement coloré et présentent des ailes.
Exploitez le résultat de ce croisement en vue :
a- de déterminer la relation de dominance entre les allèles contrôlant chacun des deux caractères étudiés.
b- d'écrire les génotypes possibles des lignées N1, N2 et des descendants de la F1.

2°) En envisageant chaque possibilité quant à la localisation des gènes :
- expliquez, schéma à l'appui, le comportement des chromosomes aboutissant à la formation des gamètes des individus de la F1.
- précisez les proportions théoriques des différents types de gamètes.

3°) On réalise le deuxième croisement suivant :
Des individus de la F1 sont croisés avec des individus de la lignée N1. Parmi les descendants obtenus, **45% sont à abdomen légèrement coloré et présentent des ailes.**
Exploitez le résultat de ce croisement en vue de discuter la localisation des deux couples d'allèles contrôlant les deux caractères étudiés.

Exercice N°12 :

On considère chez une espèce animale donnée :
-Trois couples d'allèles **(A , a)** , **(B, b)** et **(D , d)** avec **A domine a** , **B domine b** et **D domine d** .



Une représentation partielle simplifiée de la carte génétique pour ces trois couples d'allèles :
Plusieurs croisements sont alors réalisés . Les phénotypes des parents croisés et les proportions partielles issues de ces croisements sont consignés dans le tableau ci-dessous .

Croisements	❶	❷	❸	❹
Phénotypes des individus croisés	**[A D]** x **[a d]**	**[B D]** x **[b d]**	**[B D]** x **[B D]**	**[A B]** x **[A B]**
Proportions partielles obtenues	50 % **[A d]**	25 % **[b d]**	6,25 % **[b d]**	22,5 **% [a b]**

1°) Ecrivez , en justifiant la réponse les génotypes des individus croisés (croisements 1 ,2 ,3 et 4
2°) Donnez les proportions phénotypiques et génotypiques attendus pour une descendance comportant 1000 individus obtenus par croisement des individus **[A B] (du croisement 4)** avec des individus **[a b] .**

Exercice N°13 :

On dispose de trois souches de drosophiles **S_1, S_2 et S_3 :**
- **S_1 et S_2** sont à soies longues et à corps gris
- **S_3** est à soies courtes et à corps noir.

Le croisement des drosophiles femelles S_1 avec d'autres mâles S_2 a donné une génération composée de descendants (D_1, D_2, et D_3 ....) tous à soies longues et à corps gris.
On réalise des croisements indiqués dans le tableau suivant:

N° du croisement	Individus croisés	Descendants obtenus
1	D_1x S_3	●100% drosophiles à soies longues et à corps gris
2	D_2x S_3	●251 drosophiles à soies longues et à corps gris ●249 drosophiles à soies courtes et à corps gris
3	D_3x S_3	●201 drosophiles à soies longues et à corps gris ●49 drosophiles à soies courtes et à corps gris ●51 drosophiles à soies longues et à corps noir ●199 drosophiles à soies courtes et à corps noir

1°) Préciser en justifiant votre réponse :
a- La relation de dominance entre les phénotypes des caractères étudiés.
b-La relation d'indépendance ou de liaison entre les gènes contrôlant les caractères étudiés.
2°) Déterminer en justifiant les génotypes des descendants **D_1, D_2, et D_3** ainsi que des souches **S_1, S_2 et S_3**
3°) Expliquer génétiquement le résultat du 3ème croisement. En déduire la localisation relative des deux gènes.
4°) Le croisement d'une femelle hybride à corps gris et à ailes normales avec un mâle homozygote à corps noir et à ailes tordues a donné la génération suivante :
- 74 drosophiles à corps gris à ailes normales
- 72 drosophiles à corps noir à ailes tordues
- 26 drosophiles à corps gris à ailes tordues
- 28 drosophiles noires à ailes normales.

a- Que peut-on déduire à propos de la dominance et de la localisation des deux gènes mis en jeux?
b- En tenant compte de l'ensemble des informations précédentes, proposer, schématiquement, deux hypothèses à propos de la localisation relative des trois gènes en question
c-proposer un croisement qui permet de retenir une des deux hypothèses proposées. justifier.

Exercice N°14 :

Pour étudier le mode de transmission de deux couples d'allèles **(A_1, A_2) et (B_1, B_2)** chez une espèce végétale, on réalise les 2 croisements suivants :

- **Premier croisement :**

Un horticulteur croise 2 variétés de cette espèce végétale dont l'une **V_1** de phénotype **[A_1B_1]** et l'autre **V2** de phénotype **[A_2 B_2]**. IL obtient une première génération formée toute des plantes de phénotype **[A_1B_1]** .
1°) Analysez les résultats de ce 1^{er}croisement et dégagez des conclusions.

- **Deuxième croisement :**

Cet horticulteur réalise une pollinisation croisée entre une plante **P_1** de phénotype **[A_1B_1]** et une plante **P_2** de phénotype inconnu, il obtient le résultat suivant :

- **[A_1B_1] = 29 %**
- **[A_1B_2] = 21 %**
- **[A_2B_1] = 46 %**
- **[A_2B_2] = 4 %**

2°) Analysez les résultats de ce deuxième croisement pour :
- ✓ Préciser si les plantes **P_1** et **P_2** sont de lignées pures ou non.
- ✓ Indiquer les génotypes des plantes **P_1** et **P_2** en considérant chaque caractère séparément.
- ✓ Déduire le phénotype de la plante **P_2.**

3°) On suppose que les deux couples d'allèles **(A_1, A_2) et (B_1, B_2)** sont indépendant :
a- Vérifiez cette hypothèse (un échiquier est demandé). Que pouvez-vous déduire ?
b- Ecrivez alors le ou les génotype (s) possible (s) de **P_1** et **P_2.**
4°) En se basant sur les résultats expérimentaux de ce deuxième croisement et en tenant compte de vos réponses précédentes :
a- Précisez les génotypes certains des plantes **P_1** et **P_2.**
b- Représentez la carte factorielle relative à ces deux couples d'allèles. Justifiez votre réponse.

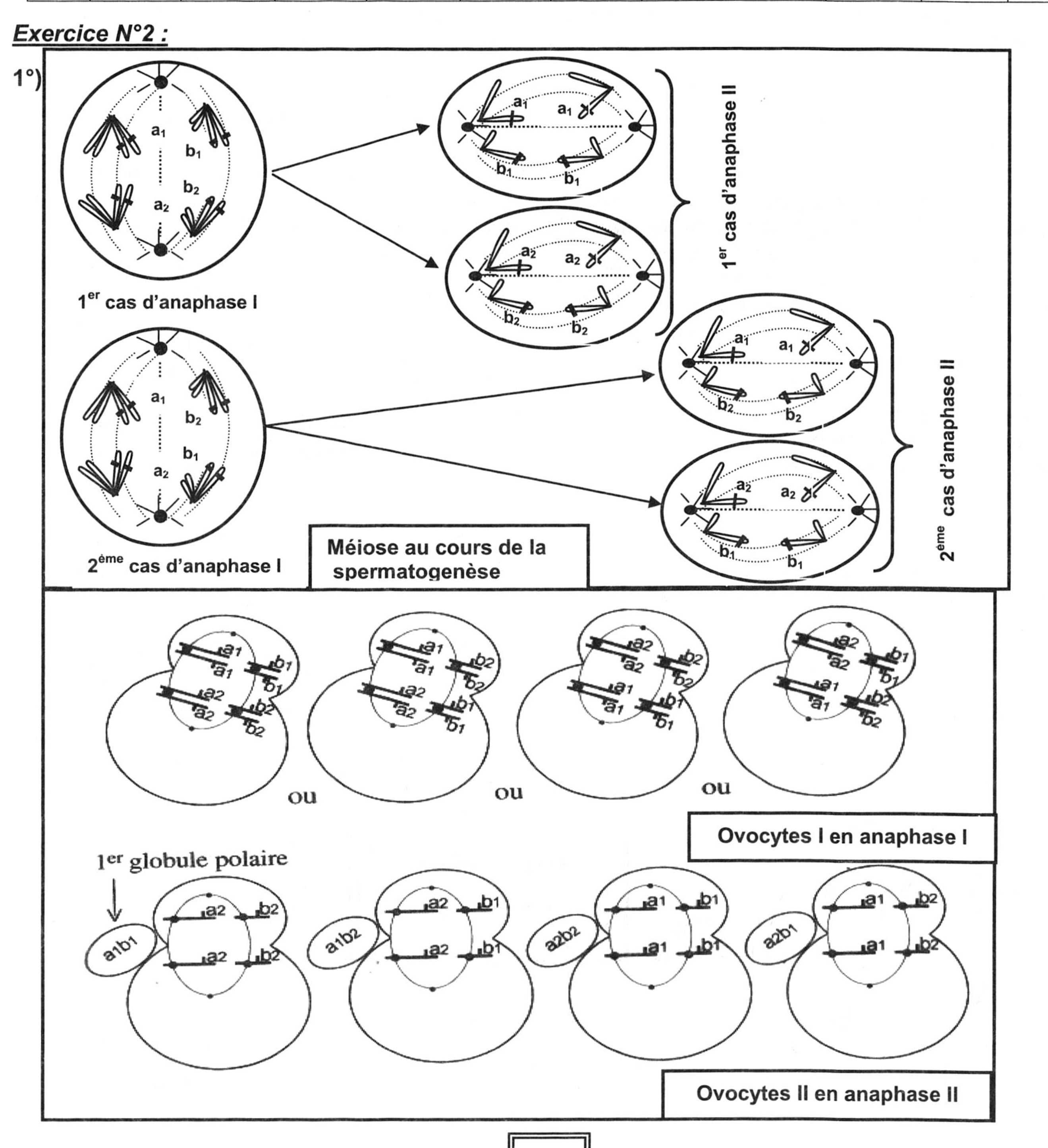
CORRECTION

Exercice N°1 :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b-c	a-b	a	a-c	d	c-d	d	a	d	c	a-d	c

Exercice N°2 :

1°)



2°) la migration indépendante des chromosomes homologues vers les pôles de la cellule à **l'anaphase I** entraîne un brassage interchromosomique, c'est-à-dire de nouvelles associations des chromosomes paternels et maternels. Ici, nous avons considéré **2n= 4** chromosomes ce qui nous permet d'obtenir **2n=** 2^2 **= 4** associations chromosomiques possibles équiprobables (le phénomène étant aléatoire).
Ce brassage assure logiquement un brassage des allèles portés par les chromosomes qui aboutit à la formation de gamètes génétiquement différents.

- Cet homme fournira 4 types de spermatozoïdes :

25% **a1b1** 25% **a1b2** 25% **a2b2** 25% **a2b1**

- La femme fournira également 4 types de gamètes, les ovocytes **II,** portant les mêmes combinaisons alléliques dans les mêmes portions, puisqu'elle a le même génotype (les mêmes allèles) que l'homme.

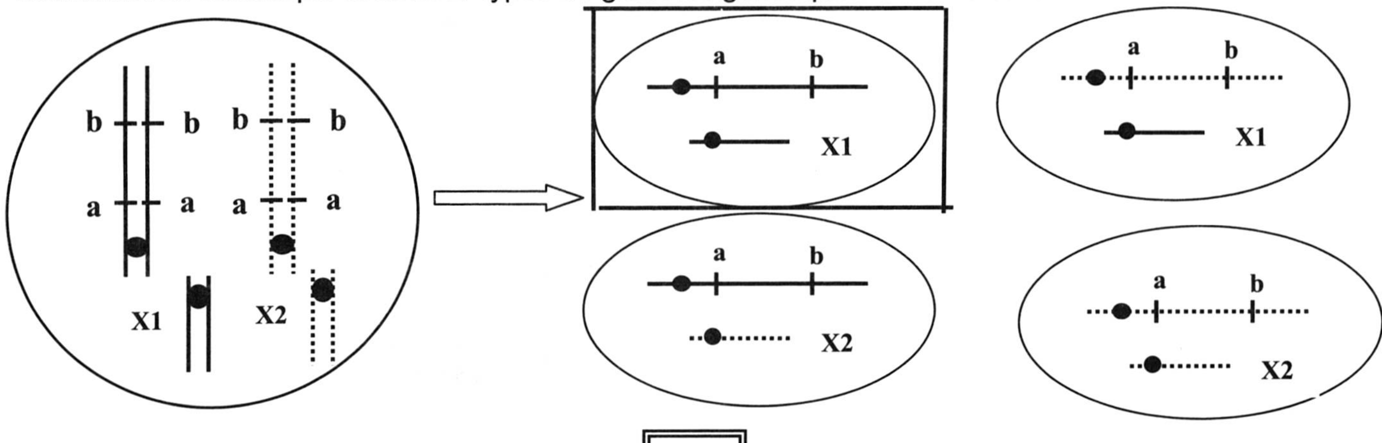
3°) Le brassage intra chromosomique des allèles est la conséquence de crossing-over, échanges de portions de chromatides appartenant à 2 chromosomes homologues, au cours de leur appartement à la **prophase I.** Or les gènes **(a_1, a_2) et (b_1, b_2)** sont situés sur des chromosomes différents qui ne s'apparient pas, il ne pourra pas y avoir de brassage intra chromosomique entre eux.

4°) La fécondation réunit au hasard des spermatozoïdes génétiquement différents et des ovocytes également différents.
Le tableau de la rencontre de ces gamètes permet d'établir les combinaisons alléliques des œufs ou zygotes obtenus. Les parents, à l'origine des zygotes obtenus, portent la combinaison allélique, dite, parentale **(a_1 a_2 , $b_1 b_2$).** Parmi les zygotes, **4/16** portent la même combinaison allélique que les parents par contre **12/16** des œufs renferment de nouvelles associations alléliques (leurs génotypes sont différents de celui des parents), la fécondation amplifie la diversité.

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	a_1 b_1	a_1 b_2	a_2 b_1	a_2 b_2
a_1 b_1	$\frac{a1\ b1}{a1\ b1}$	$\frac{a1\ b1}{a1\ b2}$	$\frac{a1\ b1}{a2\ b1}$	$\frac{a1\ b1}{a2\ b2}$
a_1 b_2	$\frac{a1\ b1}{a1\ b2}$	$\frac{a1\ b2}{a1\ b2}$	$\frac{a2\ b1}{a1\ b2}$	$\frac{a2\ b2}{a1\ b2}$
a_2 b_1	$\frac{a2\ b1}{a1\ b1}$	$\frac{a1\ b2}{a2\ b1}$	$\frac{a2\ b1}{a2\ b1}$	$\frac{a2\ b2}{a2\ b1}$
a_2 b_2	$\frac{a1\ b1}{a2\ b2}$	$\frac{a1\ b2}{a2\ b2}$	$\frac{a2\ b1}{a2\ b2}$	$\frac{a2\ b2}{a2\ b2}$

Exercice N°3 :

1°) La cellule germinale de la mère présente 2n=4 chrs donc par brassage inter-chromosomique seulement on obtient par méiose 2^2 types de gamètes génétiquement différents .



2°) et 3°) il y a 2 possibilités de l'anaphase I de la cellule germinale du père et par conséquent 4 types de gamètes génétiquement différents par brassage inter chromosomique seulement lors de la méiose .

a B a B X A b A b y

1ère cas d'anaphase I

Anaphase II

Télophase II

2types de gamètes Parentaux

a B a B y A b A b X

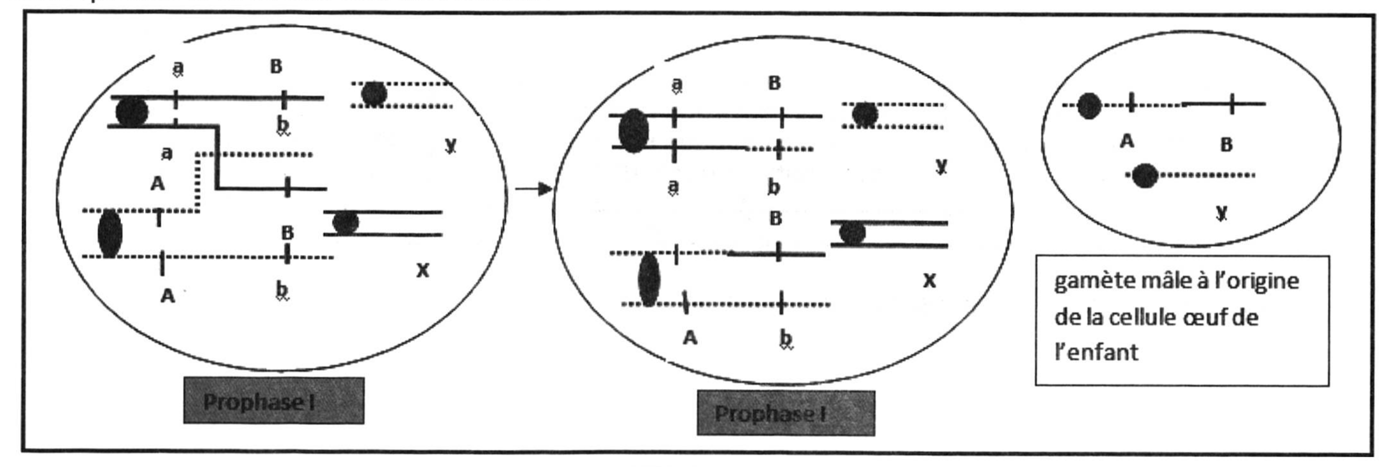
2ère cas d'anaphase I

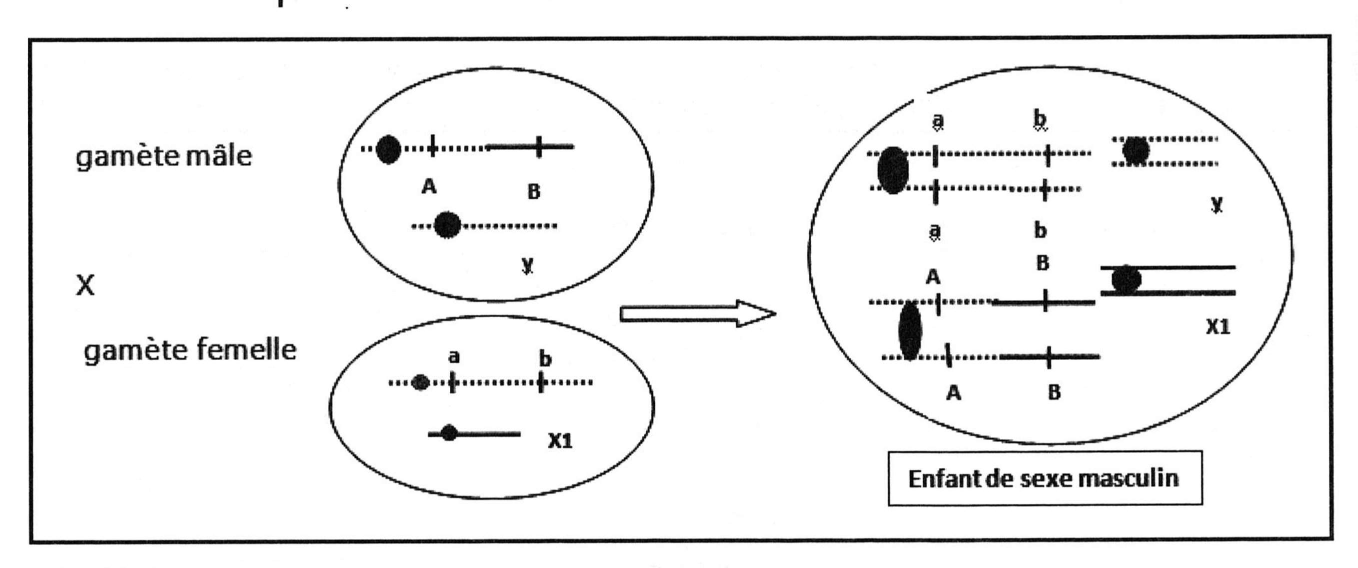
Anaphase II

Télophase II

2types de gamètes recombinés

4°) IL y a intervention d'un crossing-over entre les couples d'allèles (A ,a) et (B ,b) pour avoir le gamète mâle qui donne la cellule œuf de l'enfant .





Exercice N°4 :

1°) Cette phase représente la prophase I car il y a appariement des chromosomes homologues
2°) Ce type de brassage est le brassage intra-chromosomique ou crossing-over permet l'échange de fragments de chromatides non-sœurs appartenant au même bivalent d'où l'échange des allèles des gènes et par conséquent obtenir des gamètes génétiquement différents (gamètes parentaux et gamètes recombinés) .

Appariement des chromosomes homologues en prophase I	Echanges réciproques de fragments de chromatides non-sœurs concernant le couple d'allèles (D, d)	Fin de prophase I (obtention des chromatides recombinés en plus des chromatides parentaux)

3°) Puisque le nombre de chromosomes = 2 donc on a un seul cas d'anaphase I .

2 types de gamètes parentaux

2 types de gamètes recombinés

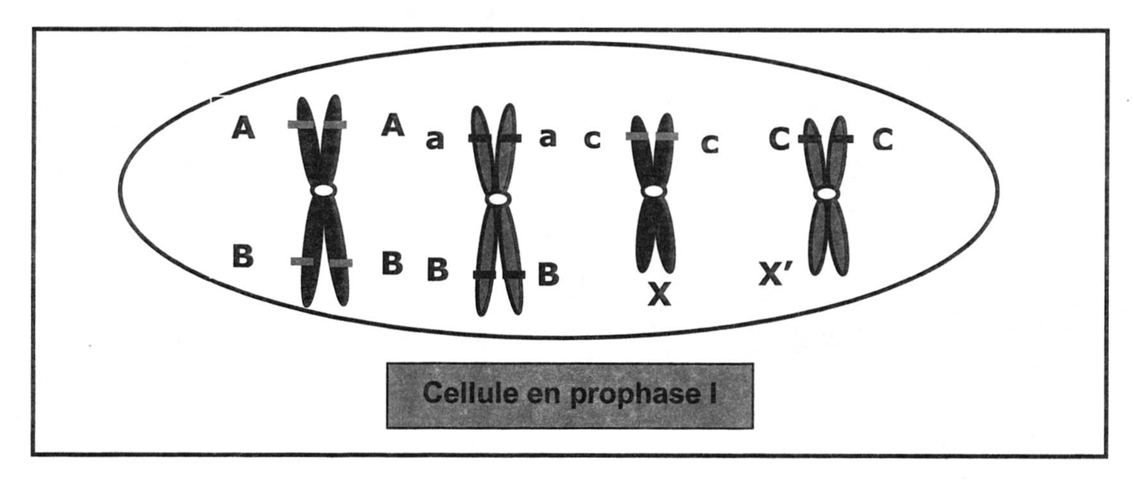
Anaphase I : il y a migration au hasard des chromosomes en sens opposés vers les 2 pôles de la cellule

on obtient à la télophase II 4 types de gamètes par les 2 types de brassages intra-et inter chromosomiques.

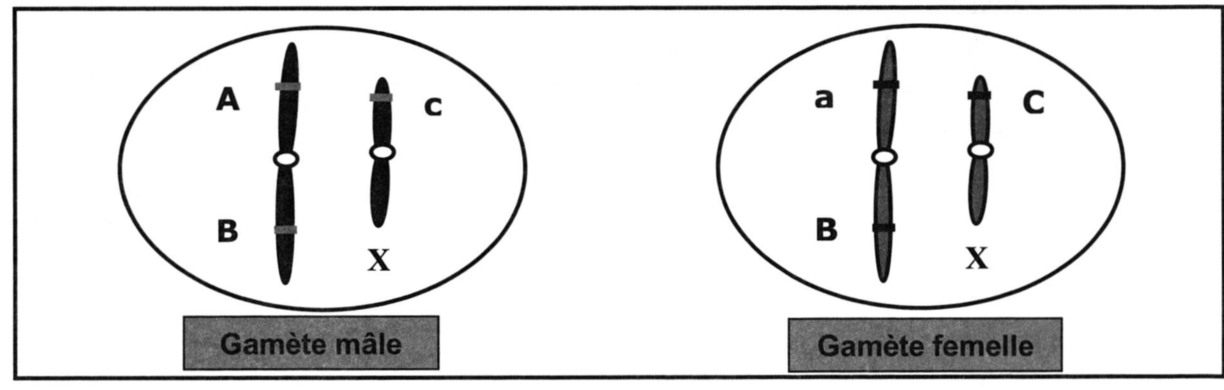
Conclusion : Le brassage intra s'ajoute au brassage inter chromosomique ce qui augmente le nombre de type de gamètes génétiquement différents obtenue lors de la méiose d'où la diversité génétique augmente .

Exercice N°5 :

1°) La formule chromosomique de cette cellule **F** est **: 2n=2 autosomes +XX donc** cet individu est de sexe féminin **. (présence de 2 chromosomes sexuels XX)**
2°)



3°) Les gamètes à l'origine de la cellule F sont :



4°) Puis que la cellule F présente **2n=4** donc il y a 2 cas d'anaphase I et on obtient par brassage inter chromosomique seulement $\mathbf{2^2 = 4}$ **types** de gamètes.

***1èr cas : Anaphase I**

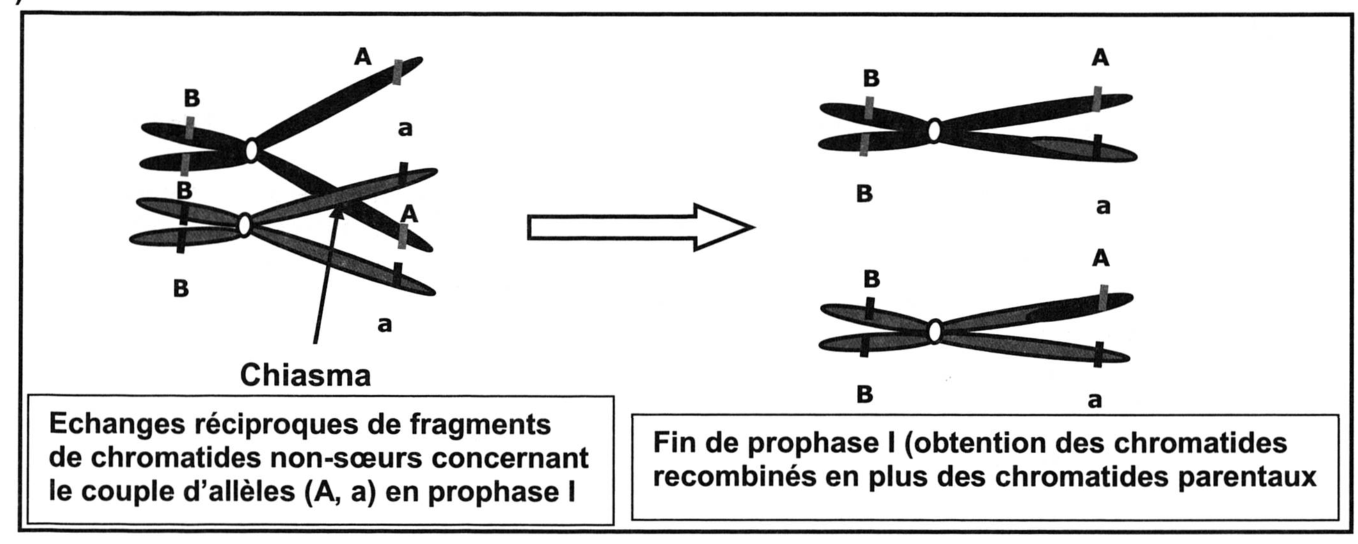
Télophase II

2 types de gamètes parentaux

***2ème cas : Anaphase I**

2 types de gamètes recombinés

5°)



6°)

On obtient par brassages intra et inter chromosomique 8 types de gamètes génétiquement différents .

Conclusion :

Le brassage intra s'ajoute au brassage inter chromosomique ce qui augmente le nombre de type de gamètes génétiquement différents obtenue lors de la méiose d'où la diversité génétique augmente .

Exercice N°6 :

1°) a-
Les 2 souris croisés diffèrent par 2 caractères héréditaires (l'aspect des poils et l'aspect de l'œil : il s'agit d'un cas de **dihybridisme .**
La souris P2 est de lignée **pure** à poils frisés et œil mal formé et la descendance du croisement P1 avec P2 renferme les phénotypes poils raides et œil normal .Ceci n'est possible que si P2 présente le phénotype récessif car s'il est dominant la descendance doit être toute à poils frisés et œil normal or ce n'est pas le cas donc les allèles qui contrôlent les phénotypes poils frisés et œil mal formé sont récessifs alors que les allèles qui contrôlent les phénotypes poils raides et œil normal sont dominants.
(A1> A2 et B1> B2)
b- Les 2 gènes sont indépendants ou liés.

P1 : $\frac{A1}{A1}\ \frac{B1}{B2}$ **ou** $\frac{A1\ B1}{A1\ B2}$

P2 : $\frac{A2}{A2}\ \frac{B2}{B2}$ **ou** $\frac{A2\ B2}{A2\ B2}$

c- Le 1er croisement entre P1 de phénotype dominant avec P2 homozygote double récessif (testeur)est un **test cross** donne une répartition phénotypique **1/2 ,1/2** qui reflète les gamètes fournis par P1 (car P2 fourni un seul type de gamète) donc le génotype de P1 est simple hétérozygote et fourni toujours 2 types de gamètes quelques soit la localisation du gène et par conséquent les 2 gènes peuvent être indépendants ou liés .donc les 2 hypothèses sont valables .
2°) a-
Le 2ème croisement est un test-cross qui fourni une répartition phénotypique ¼ , ¼ , ¼ , ¼
(3ème loi de Mendel est vérifiée) caractéristique de 2 gènes indépendants avec dominance absolue pour les caractères soit un croisement entre un hybride avec un individu homozygote double récessif .
l'hypothèse 1 est confirmée.
b-
Phénotypes des parents : P3 [A1B1] x P4 [A2B2]

Génotypes des parents : A1//A2 B1//B2 x A2//A2 B2//B2

il y a intervention du brassage inter chromosomique seulement au cours de la formation des gamètes d'où le tableau des rencontres des gamètes ou l'échiquier :

Gamètes P3 / P4	A1 B1 ¼	A2 B2 ¼	A1 B2 ¼	A2 B1 ¼
A2 B2 1	$\frac{A1}{A2}\ \frac{B1}{B2}$ [A1 B1] ¼	$\frac{A2}{A2}\ \frac{B2}{B2}$ [A2 B2] ¼	$\frac{A1}{A2}\ \frac{B2}{B2}$ [A1 B2] ¼	$\frac{A2}{A2}\ \frac{B1}{B2}$ [A2 B1] ¼

c- L'échiquier du croisement [A1 B1] x [A2 B1] est :

P3 / P5	A1 B1 ¼	A2 B2 ¼	A1 B2 ¼	A2 B1 ¼
A2 B1 ½	A1 B1 / A2 B1 [A1 B1] 1/8	A2 B1 / A2 B2 [A2 B1] 1/8	A1 B1 / A2 B2 [A1 B1] 1/8	A2 B1 / A2 B1 [A2 B1] 1/8
A2 B2 ½	A1 B1 / A2 B2 [A1 B1] 1/8	A2 B2 / A2 B2 [A2 B2] 1/8	A1 B2 / A2 B2 [A1 B2] 1/8	A2 B1 / A2 B2 [A2 B1] 1/8

Le croisement [A1 B1] x [A2 B1] donne une répartition phénotypique :
[A1 B1] = 3/8 ; **[A1 B2]** = 1/8 ; **[A2 B2]** = 1/8 ; **[A2 B1]**= 3/8

Exercice N°7 :

1°) IL s'agit de la transmission de 2 caractères héréditaires : c'est un cas de **dihybridisme**.
*1[er] ***caractère :*** **couleur de la fleur :**
Les résultats de la F2 sont : ¼ de fleurs rouges ; ½ de fleurs rosés et ¼ de fleurs blanches. IL s'agit des résultats d'un monohyhridisme avec **codominance.**
Le caractère « couleur de la fleur » est contrôlé par un couple d'allèles (R,B) avec **R=B**
R : allèle contrôlant la couleur rouge.
B : allèle contrôlant la couleur blanche.
r : allèle contrôlant la couleur rose.
*2[ème] ***caractère :*** **taille de la feuille :**
les résultats de la F2 sont : ¼ de feuilles larges. ; ½ de feuilles étroites et ¼ de feuilles moyennes. IL s'agit des résultats d'un monohybridisine avec **codominance.**
le caractère « taille de La feuille » est contrôlé par un couple d'allèles (L,E) avec **L = E**
L : allèle contrôlant l'aspect « feuille large »
B : allèle contrôlant l'aspect « feuille, étroite ».
m : allèle contrôlant l'aspect « feuille moyenne».
Notons que la F1 est homogène ce qui vérifie la pureté des lignées parentales.
2°) On a 100 variétés [RL].
Dans le cas de 2 gènes indépendants, un dihybridisme est la superposition de 2 monohybridismes.
En F2 on a : ¼ **[R] et ¼ [L]**
Avec des gènes indépendants on a : **1/4 [L]x 1/4 [R] = 1/16 [R L]= 1/16 [RL] .**
1/16 x 1600 [RL]= **100 [RL]** . L'hypothèse de gènes indépendants est vérifiée.
Vérifions cette hypothèse :

***Phénotypes des parents : P1** [R L] X P2 [BE]

***Génotypes des parents :** R//R L//L X B//B E//E
***Gamètes des parents : 1 R L X 1 B E**

***Génotype et phénotype de F1 : 100% R//B L//E [RB, LE]**

La 1ère loi de Mendel est vérifiée et les parents de races pures

Les gamètes de F1 sont : ¼ R L , ¼ B E , ¼ R E , ¼ B L il ya intervention d'un brassage inter chromosomique seulement .
D'où l'échiquier de la F2 : on pose r : détermine le phénotype rose .et m : détermine le phénotype moyen

F1 \ F1	¼ R L	¼ B E	¼ R E	¼ B L
¼ R L	R L / R L [R L] 1/16	R L / B E [r m] 1/16	R L / R E [R m] 1/16	R L / B L [r L] 1/16
¼ B E	B E / R L 1/16	B E / B E [B E] 1/16	B E / R E [r E] 1/16	B E / B L [B m] 1/16
¼ R E	R E / R L [R m] 1/16	R E / B E [r E] 1/16	R E / R E [R E] 1/16	R E / R L [Rm] 1/16
¼ B L	B L / R L [r L] 1/16	B L / B E [B m] 1/16	B L / R E [r m] 1/16	B L / B L [BL] 1/16

3°) Vérifions les résultats théoriques et pratiques:

phénotypes	proportions	effectifs
[R L]	1/16	100
[R m]	2/16	200
[RE]	1/16	100
[r L]	2/16	200
[r m]	4/16	400
[r E]	2/16	200
[B E]	1/16	100
[B m]	2/16	200
[BL]	1/16	100

Ainsi le croisement F1 x F1 donne
F2 =(1/16 +1/16+1/16) (1/16 +1/16+1/16)=
1/16 +2/16+1/16+2/16 +4/16+2/16+1/16 +2/16+1/16
La F2 est composée de 9 phénotypes différents avec répartition au 16ème donc Les 2 couples d'allèles sont donc indépendants avec codominance pour les 2 caractères.

Exercice N°8 :

1°) IL y a transmission de deux caractères héréditaires : la couleur du corps et la longueur des ailes : il s'agit d'un **dihybridisme .**
a- F1 est homogène donc le 1ère loi de Mendel est vérifiée donc les parents sont de races pures et F1 est hybride .
***Pour le caractère la couleur du corps , soit le couple d'allèles (G, n) :**
G : l'allèle contrôle la couleur corps gris [G]
n : l'allèle contrôle la couleur noir [n]
***Pour le caractère la longueur des ailes soit le couple d'allèles (L , c) :**
L : l'allèle contrôle les ailes longues [L]
c : l'allèle contrôle les ailes courtes [c]

***En F2 :** on a [G]= 749 / 1000 X 100 = 75 % donc $^3/_4$ **[G]**
[n]= 251/ 1000 x 100 = 25 % donc $^1/_4$ **[n]**
G> n
donc l'allèle G domine n
***En F2 :** [L]= 750 / 1000 X 100 = 75 % donc $^3/_4$ **[L]**
[c]= 250/ 1000 x 100 = 25 % donc $^1/_4$ **[c]**
L> c
donc l'allèle L domine c

Ce sont les proportions caractéristiques de la F2 dans le cas d'un monohybridisme avec dominance absolue .

b-
Hypothèse 1 : les 2 gènes sont indépendants
F2 hétérogène présente une répartition phénotypique différente de **9, 3 , 3, 1** donc les 2 gènes ne sont pas indépendants donc l'hypothèse 1 est à rejeter d'où les 2 gènes sont **liés donc** on retient les 2 **autres hypothèses :**
-H2 : les 2 gènes sont liés avec linkage absolu .
-H3 : les 2 gènes sont liés avec linkage partiel .

250/1000 = 1/4= 4 /16Différent de 1 / 16

c-
***Génotypes des parents : Ln/Ln et cG//cG** ***F1 : Ln//cG**
2°) a-
le 3ème croisement est un test-cross entre une femelle F1 de génotype double hétérozygote avec un mâle de drosophile double récessif .
H2 : si les 2 gènes sont liés avec linkage absolu :
Dans ce cas ce test-cross donne une descendance formée de 2 phénotypes parentaux seulement avec les proportion 1 /2 , 1 /2 or ce n'est pas le cas car parmi la descendance il y a des individus avec une proportion phénotypique de 15 % [**LG]** donc l'hypothèse 2 est à rejeter .
***H3 : les 2 gènes sont liés avec linkage partiel .**
Vérifiant cette hypothèse
Sachant que le génotype de F1 est **Ln//cG donc le phénotype** [**LG] représente** l'un des 2 phénotypes recombinés (provenant de C.O) de proportion 15% donc le pourcentage de l'autre phénotype recombiné [**cn]** est 15% donc le pourcentage de recombinaison est :

0 <P=30% < 50%

Donc l'hypothèse 3 est vérifié
F1 : ♀Ln//cG x ♂ cn//cn
b-
♀F1 x♂F1 : Ln//cG x Ln//cG
La femelle F1 produit 4 types de gamètes.
Le mâle de drosophile produit deux types de gamètes parentaux seulement .
Tableau de rencontre des gamètes :

♂ \ ♀	1-p/2 Ln	1-p/2 cG	P/2 LG	p/2 cn
½ Ln	1-p/4 Ln//Ln [Ln]	1-p/4 Ln//cG [LG]	p/4 Ln//LG [LG]	p/4 Ln//cn [Ln]
½ cG	1-p/4 Ln//cG [LG]	1-p/4 cG//cG [cG]	p/4 LG//cG [LG]	p/4 cG//cn [cG]

Ce qui fait

[LG] : 1-p/4 + p/4 +1-p/4 + p/4 = 1-p+p+1-p+p/4) = $^2/_4$ = **1/2**

[Ln] : 1-p/4 + p/4 = **1/4**

[cG] : 1-p/4 + p/4 = **1/4**

en additionnant les proportions des trois phénotypes obtenus le pourcentage « p » disparait ; ce qui ne permet pas d'estimer le pourcentage des recombinaisons dans ce cas.

c-

L'échiquier du 3ème croisement est :

♂ \ ♀	1-p/2 Ln	1-p/2 cG	P/2 LG	p/2 cn
cn 1	1-p/2 Ln//cn [Ln]	1-p/2 cG//cn [cG]	p/2 LG//cn [LG]	p/2 cn//cn [cn]

[Ln]=(100%-30%)/2 x 400 = 140

[cG]= (100%-30%)/2 x 400= 140

3°)

Le croisement **[cG] x [Ln]** donne 4 phénotypes dans la même proportion de **1 /4** pour chaque et les deux gènes sont liés . L'apparition du phénotype[**cn**] montre que chaque mouche a produit un gamète de type **cn** ; donc les deux mouches croisées sont de génotypes :

M1 cG/cn x M2 Ln/ cn d'ou l'échiquier :

♂ \ ♀	1/2 Ln	1/2 cn
½ cG	1/4 Ln//cG [LG]	1/4 cG//cn [cG]
½ cn	1/4 Ln//cn [Ln]	1/4 cn//cn [cn]

Exercice N°9 :

1°) Analyse des résultats :

***Dominance des allèles pour les 2 caractères :**

Les deux souches diffèrent par deux caractères ; longueurs des ailes et couleurs des yeux :
C'est un **cas de dihybridisme**. Les deux souches croisées sont de races pures.

-Soit le caractère couleurs des yeux chez la drosophile :

F1 : hybride (issu d'un croisement entre deux lignées pures) : 1ère loi de Mendel est vérifiée
F1 : homogène (100 % des drosophiles aux **yeux rouges**) et de phénotype identique à l'un des deux parents **« yeux rouges »** .Donc le caractère "couleurs des yeux" chez la drosophile est contrôlé par un couple d'allèles (pr+, pr) avec dominance **pr+ > pr**
Pr+ détermine le phénotype [pr+] : yeux rouges ; Pr détermine le phénotype [pr] : yeux pourpre .
Le couple d'allèles (pr+, pr) représente le gène 1.

- Soit le caractère longueurs des ailes chez la drosophile :

Drosophiles aux ailes longues X Drosophiles aux ailes vestigiales 100% Drosophiles aux ailes longues. F1 hybride et de phénotype identique à l'un des deux parent **« ailes longues »**
Donc le caractère longueurs des ailes est contrôlé par un couple d'allèles (Vg+,Vg) avec **Vg+> Vg .**
Vg+ détermine le phénotype [Vg+] : ailes longues ; Vg détermine le phénotype [Vg] : ailes vestigiales
Le couple d'allèles (vg+, vg) représente le gène 2.

***La localisation chromosomique des 2 gènes .**

Hypothèse 1 : les 2 gènes sont indépendants

La F2 est de proportions différentes de **9 - 3 - 3 -1** l'hypothèse 1 est à rejeter ce qui nous amène à proposer l'hypothèse 2 suivante :

Hypothèse 2 : les 2 gènes sont liés .

F2 présente des phénotypes recombinés provenant de crossing-over survenu au niveau de la formation des gamètes chez la femelle de F1.
Le mâle de drosophile de F1 ne donne pas de gamètes recombinés . il s'agit de **linkage partiel .**

Croisement	1	2
Phénotypes	♀[Vg+Pr+] x ♂ [Vgpr]	F1♀[Vg+Pr+] x ♂ [Vg+pr+]
Génotypes	$\frac{Vg+\ Pr+}{Vg+\ Pr+}$ x $\frac{Vg\ pr}{Vg\ Pr}$	$\frac{Vg+\ Pr+}{Vg\ pr}$ x $\frac{Vg+\ Pr+}{Vg\ pr}$
Gamètes	1Vg+Pr+ ; 1Vgpr	$\frac{1-p}{2}$ Vg+ Pr+ ; $\frac{1-p}{2}$ Vg pr ; $\frac{p}{2}$ Vg Pr+ ; $\frac{p}{2}$ Vg+ pr — ½ Vg+ Pr+ ; ½ Vg pr. P= fréquence de recombinaison
Fécondation	F1 : 100% [Vg+Pr+] $\frac{Vg+Pr+}{Vgpr}$	**Fécondation : voir échiquier**

Echiquier =tableau de rencontre des gamètes

Gamètes ♀ / Gamètes ♂	$\frac{1-p}{2}$ Vg+ Pr+	$\frac{1-p}{2}$ Vg pr	$\frac{p}{2}$ Vg Pr+	$\frac{1-p}{2}$ Vg+ pr
½ Vg+ Pr+	$\frac{1-p}{4}$ [Vg+Pr+]	$\frac{1-p}{4}$ [Vg+Pr+]	$\frac{p}{4}$ [Vg+Pr+]	$\frac{p}{4}$ [Vg+Pr+]
½ Vg pr	$\frac{1-p}{4}$ [Vg+ Pr+]	$\frac{1-p}{4}$ [Vg pr]	$\frac{p}{4}$ [Vg Pr+]	$\frac{p}{4}$ [Vg+ pr]

***Fréquences des phénotypes recombinés:** [vgPr+] + [Vg+pr] = 2 x P/4 = P/2

- ***Nombre des individus de phénotypes recombinés :*** [vg Pr+] + [Vg+pr] = 12 + 10 = 22
- ***Calculer « p »***-> Donc P/2 = 22 / 320 donc P= 44 / 320 donc **P = 13 % .**

****Calculer la fréquence de chaque phénotypes :***

[Vg^+Pr^+] = (3 x 1-P/4) + (P/4 x 2) = (3-P) /4 = 0,71

[VgPr] =1-P/4 = 0,21 . ; **[Vg Pr^+]=** P/4 = 0,032. ; **[Vg $^+$Pr]=** P/4 = 0,032.

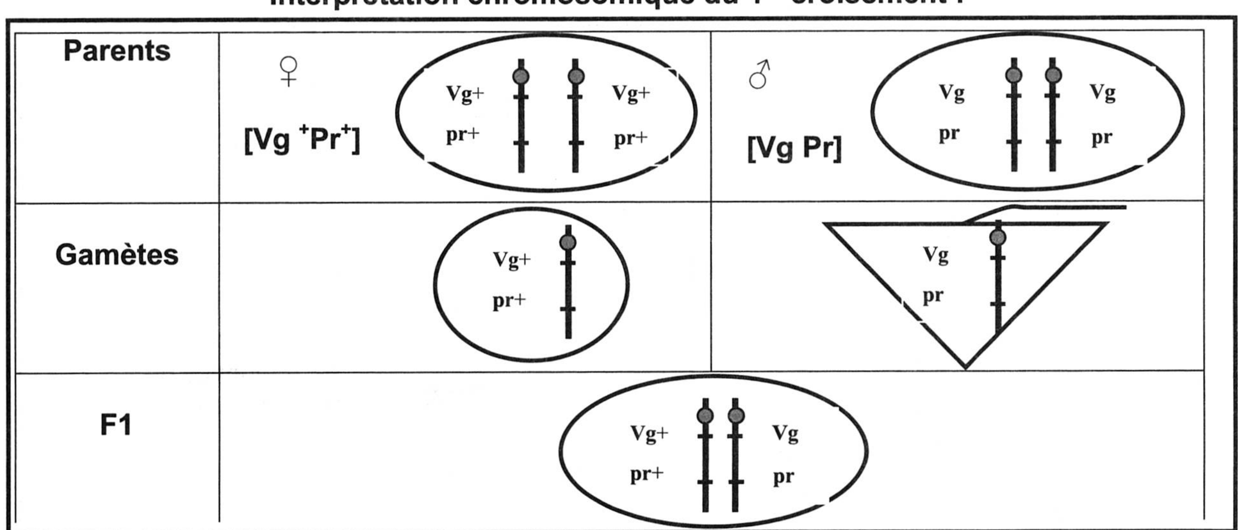
***Comparaison des résultats :**

Phénotype	Résultats théoriques	Résultats réels
[Vg $^+Pr^+$]	0,71 x 320 = **227**	228
[Vg Pr]	0,22 x 320 = **70,4**	70
[vg Pr^+]	0,032x320 = **10,4**	12
[Vg+pr]	0,032x320 = **10,4**	10

Conclusion :

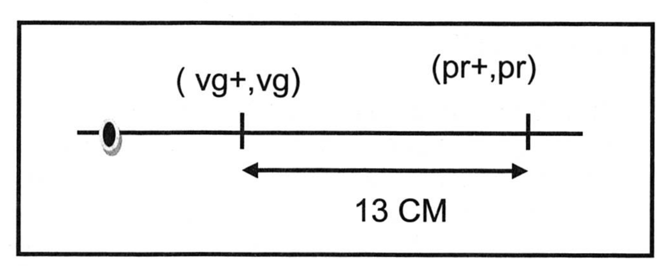
Les résultats théoriques expliquent les résultats réels donc l'hypothèse est validée et les deux gènes sont liés et le mâle de drosophile ne fait pas de crossing-over.

Interprétation chromosomique du 1er croisement :



2°) La distance entre les deux gènes :
P=13 % donc la distance entre les deux gènes = 13 CM

D'où la carte factorielle est représentée ci-contre :



Exercice N°10 :

1°) a- D'après les résultats du premier croisement : **S1 x S2 :**
La F1 est homogène (1ère loi de Mendel est vérifiée et les parents sont de races pures) formée de drosophiles toutes **à corps gris et soies normales:**
l'allèle responsable du phénotype [gris] est dominant, celui qui détermine le phénotype [ébène] est récessif.
l'allèle responsable du phénotype [normal] est dominant, celui responsable du phénotype [court] est récessif.

b-
Dans le croisement 2, la descendance du croisement S3 à corps gris et soies courtes avec S4 à corps ébène et soies normales donne **4 phénotypes équiprobables.**
chaque parent est homozygote pour un gène et hétérozygote pour l'autre **;** il produit par méiose deux types de gamètes équiprobables.
Soient les couples d'allèles (G, e) et (N ,c) qui contrôlent les caractères héréditaires étudiés tels que :
L'allèle G qui détermine le phénotype gris ou [G]
L'allèle e qui détermine le phénotype ébène ou [e] **avec G >e**
L'allèle N qui détermine le phénotype normal ou [N]
L'allèle c qui détermine le phénotype court ou [c] **avec N > c**

***Si les deux gènes sont indépendants :**
S3 : $\frac{G}{e}\ \frac{c}{c}$ **S4 :** $\frac{e}{e}\ \frac{N}{c}$

***Si les deux gènes sont liés :**
S3 : $\frac{G\ c}{e\ c}$ **S4 :** $\frac{e\ N}{e\ c}$

2°)
a- Le croisement de la souche S_5 avec la souche S_2 donne 4 phénotypes ; S_2 double récessive ne produit qu'un seul type de gamète alors que la souche S5 produit quatre types de gamètes ; elle est donc double hétérozygote de phénotype corps gris et soies normales.
Le 3ème croisement est un test cross qui a donné 2 phénotypes parentaux majoritaires et 2 phénotypes recombinés minoritaires ; les **deux gènes sont liés.**

3°)

3eme Croisement :
S_5 X S_2
Phénotypes : [GN] X [e c]
Génotypes : $\frac{G\ \ c}{e\ \ N}$ X $\frac{e\ \ c}{e\ \ c}$
Gamètes :
(1-p)/2 Gc (1-p)/2 eN **1 e c**
p/2 GN p/2 ec

Gamètes	**(1-p)/2 Gc**	**(1-p)/2 eN**	**p/2 GN**	**p/2 ec**
1 **e c**	**(1-p)/2 Gc**[Gc] **ec**	**(1-p)/2 eN**[eN] **ec**	**p/2 GN** [GN] **ec**	**p/2 ec** [ec] **ec**

D'où **P=** [(48+52) /1000] x 100 = 10%

Exercice N°11 :

1°) a-*L'apparition d'un nouveau phénotype intermédiaire pour le caractère couleur de l'abdomen montre qu'il s'agit d'un cas de dominance intermédiaire → **A1 =A2**
*les descendants de la F1 présentent des ailes c'est le phénotype de l'un des deux parents. Il s'agit d'un cas de dominance absolue **B1>B2**

b-

	N1	N2	F1
Gènes indépendants	$\frac{A_1}{A_1}\ \frac{B_2}{B_2}$	$\frac{A_2}{A_2}\ \frac{B_1}{B_1}$	$\frac{A_1}{A_2}\ \frac{B_1}{B_2}$
Gènes liés	$\frac{A_1\ B_2}{A_1\ B_2}$	$\frac{A_2\ B_1}{A_2\ B_1}$	$\frac{A_1\ B_2}{A_2\ B_1}$

2°)

***Si les gènes sont indépendants :**

Cellule germinale des descendants de F1

A_1 A_2 B_1 B_2

Prophase 1 : Appariement des chromosomes homologues

Ou

Séparation aléatoire des chromosomes homologues

A_1 B_1 A_2 B_2

A_1 B_2 A_2 B_1

Anaphase I

Anaphase I

Télophase II

A_1 B_1 — ¼

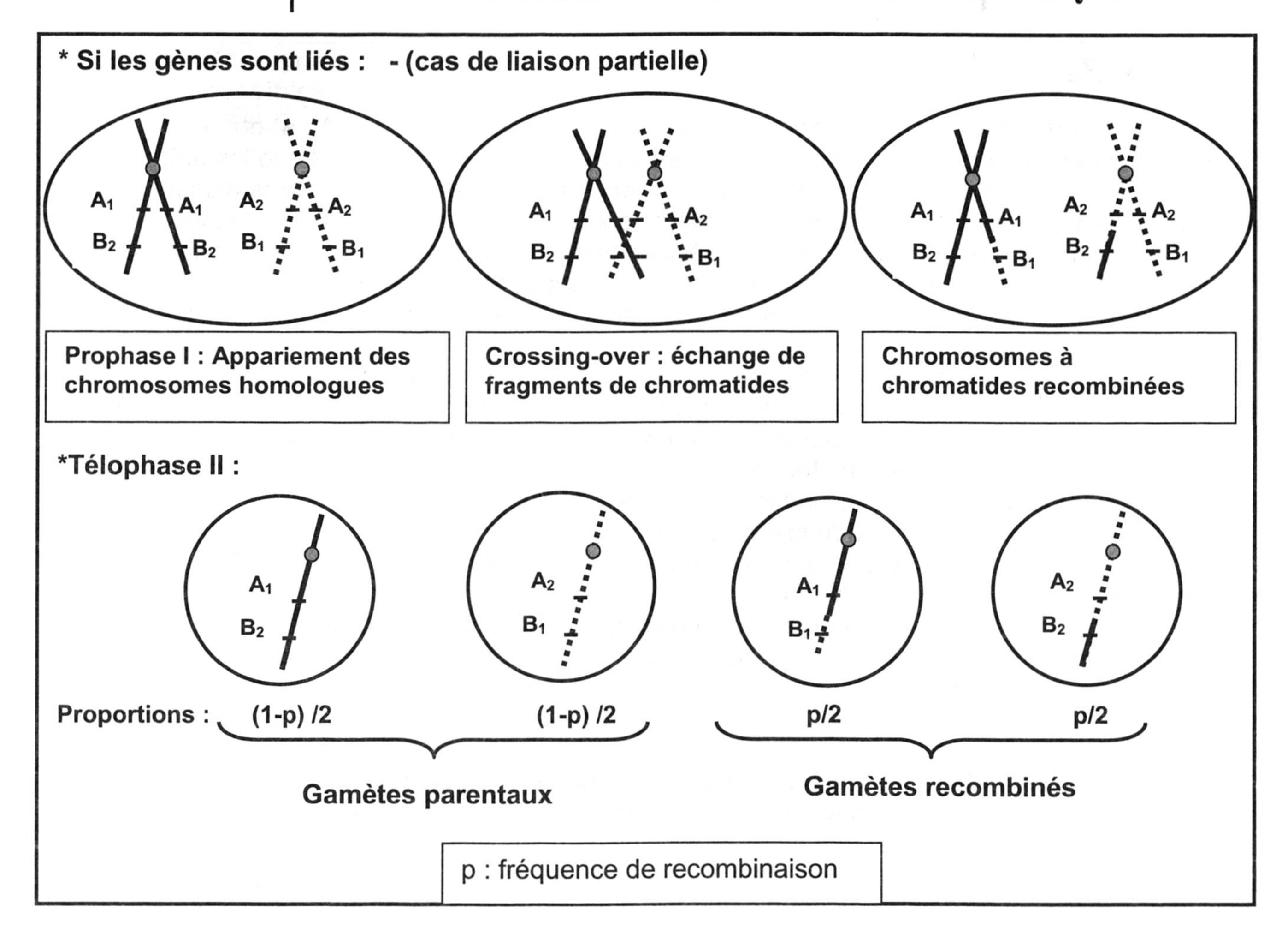
A_2 B_2 — ¼

A_1 B_2 — ¼

A_2 B_1 — ¼

Gamètes parentaux

Gamètes recombinés



2°) Si les gènes sont indépendants :

Parents F1 X N1

Génotypes F1 : $\frac{A_1}{A_2}\ \frac{B_1}{B_2}$ — N1 : $\frac{A_1}{A_1}\ \frac{B_2}{B_2}$

Gamètes

F1 : 25% $\underline{A_1}\ \underline{B_1}$; 25% $\underline{A_2}\ \underline{B_2}$; 25% $\underline{A_2}\ \underline{B_1}$; 25% $\underline{A_1}\ \underline{B_2}$

N1 : $\underline{A_1}\ \underline{B_2}$ 100%

D'où l'échiquier ci-contre

Gamètes	25% $\underline{A_1}\ \underline{B_1}$	25% $\underline{A_2}\ \underline{B_2}$	25% $\underline{A_2}\ \underline{B_1}$	25% $\underline{A_1}\ \underline{B_2}$
100% $\underline{A_1}\ \underline{B_2}$	$\frac{A_1}{A_1}\ \frac{B_1}{B_2}$ [A1 B1] 25%	$\frac{A_2}{A_1}\ \frac{B_2}{B_2}$ [$A_1A_2B_2$] 25%	$\frac{A_2}{A_1}\ \frac{B_1}{B_2}$ [$A_1A_2B_1$] 25%	$\frac{A_1}{A_1}\ \frac{B_2}{B_2}$ [A1 B2] 25%

La descendance devrait comporter 25% d'individus à abdomen légèrement coloré et avec des ailes **[$A_1A_2B_1$]** . Or ce n'est pas le cas donc **les gènes sont liés (liaison partielle).**

Exercice N°12 :

1°) D'après la carte génétique des 3 gènes on peut déduire que les 2 gènes (A , a) et (D, d) sont indépendants : se trouvent sur 2 paires de chromosomes et sachant que les allèles A et D dominent respectivement les allèles a et d .donc le 1èr croisement est un **test -cross** d'un individu de phénotype dominant **[A D]** avec un individu testeur double récessif **[a d]** donne parmi les descendants 50% **[A d]** donc ce test cross doit fournir 2 phénotypes de proportions 50% , 50% . Sachant que l'individu testeur donne un seul gamète **a** **d** (de génotype **a//a d//d**) donc l'individu testé [A D] doit fournir 2 types de gamètes de proportions 50 %, 50 %:il est de génotype simple hétérozygote **A//a D//d.**
*D'après la carte génétique des 3 gènes on peut déduire que les 2 gènes (B , b) et (D, d) sont indépendants : se trouvent sur 2 paires de chromosomes et sachant que les allèles B et D dominent respectivement les allèles b et d .donc le 2ème croisement est un test cross d'un individu de phénotype dominant **[B D]** avec un individu testeur double récessif **[b d]** donne parmi les descendants : 25% **[bd]** donc **ce test cross** doit fournir 4 phénotypes de proportions 25% , 25 %, 25 % et 25 % . Sachant que l'individu testeur donne un seul gamète **b d** (de génotype **b//b d//d**) donc l'individu testé **[B D]** fourni 4 types de gamètes de proportions 25%, 25 %, 25 % et 25 % il est de génotype double hétérozygote **B//b D//d.**
* le 3ème croisement est un croisement entre 2 individus de phénotypes dominants **[BD]x [BD]** donne une génération qui présente parmi les descendants un individu de phénotype **[b d]** de proportion 1/16 = 6,25 % = 0,0625 donc il s'agit d'une répartition phénotypique au 16 ème de la F2 dans le cas de 2 gènes indépendants donc les individus croisés sont issus de F1 de génotypes double hétérozygote **B//b D//d**
*D'après les donnés de l'exercice on peut déduire les 2 gènes (A , a) et (B, b) sont liés avec linkage partiel (car 0 < p = 10 % < 50 %) avec dominance absolu pour les 2 caractères.
Le 3ème croisement est un croisement entre 2 individus de phénotypes dominants :
[AB] x [A B] et donne parmi les descendants un individu double récessif **[a b]** de proportion 22.5% donc les parents sont de génotypes double hétérozygote issus de la F1 de donc ce croisement doit fournir les résultats de F2.Si le phénotype **[a b]** est recombiné donc il doit avoir une proportion de **P/4 = 2,5%** or ce n'est pas le cas donc le phénotype **[a b]** est parental de proportion **1-p/4 = 22,5 %** donc les génotypes des parents **[A B] x[A B]** sont : **AB//ab x AB//ab**
2°) Le croisement **[A B] x[a b]** est un test cross avec **[A B]** est double hétérozygote on a les proportions suivantes :
1-p/2 [A B] = 45 % donc [A B]= 45 % x 1000= 450
1-p/2 [ab] = 45 % donc [ab]= 45 % x 1000= 450
p/2 [A b] = 5 % donc [Ab]= 5 % x 1000= 50
p/2 [a B] = 5 % donc [a B]= 5 % x 1000= 50

Exercice N°13 :

1°) a- Le croisement **D1 X S3** donne une génération F1 uniforme formé 100% de « corps gris, ailes longs » il n'y a pas apparition de nouveaux phénotypes donc on est dans un cas de dominance absolue pour les deux caractères.
-Soit le couple d'allèle (G , n) qui contrôle la couleur du corps avec l'allèle G responsable du phénotype « corps gris » dominant et allèle n responsable du phénotype « corps noir » récessif donc **G>n**
-Soit le couple d'allèle (L , c) qui contrôle la couleur du corps avec l'allèle L responsable du phénotype « soie longue » dominant et allèle c responsable du phénotype « soie courte » récessif donc **L>c.**
b- Le croisement **D3 X S3** est un test cross. Si les deux sont indépendants, on doit trouver les proportions ¼, ¼, ¼ et ¼ or ce n'est pas le cas donc ils sont liés.

2°)

descendant	Génotypes possibles	Exemple de justification
D_1	LG//LG	Le croisement D1 X S3 donne une génération F_1 uniforme donc les parents sont de lignée pures
S_3	cn/cn	
D_2	LG//c G	Le croisement D_2 X S_3 donne une génération uniforme pour le caractère « gris » donc D_2 est pur pour le caractère « couleur » et une génération hétérogène pour le caractère « longueur du soie » avec : (251/(251 + 249) = ½ [L] et (249/(251 + 249) = ½ [c] → ce sont les proportions d'un test cross de mono hybridisme donc le parent D_2 est hybride pour le caractère « longueur du soie »
D_3	LG//cn	Le croisement D_3 X S_3 donne une génération avec quatre phénotypes équiprobables deux à deux donc le parent D_3 est hybride pour les deux caractères de génotype LG//cn (car [LG] et [cn] sont majoritaire et [Ln] et [cG] recombinés sont minoritaires) pour obtenir D_3, le male S_2 de [G L] (le ♂ ne fait pas de CO) doit fournir le gamète cn donc le génotype de S_2 est LG//cn
S_2	LG//cn	
S_1	LG//cn ou Ln//cG	pour obtenir D3, la femelle S1 de [G L] doit fournir le gamète cn

3°) Parents : D3 X S3
Phénotype : **[LG]** **[c n]**
Génotype : LG//cn **cn/cn**

	LG (1-p)/2	cn (1-p)/2	cG p/2	Ln p/2
cn 100%	**LG//cn** [**LG**] (1-p)/2	**cn/cn** [cn] (1-p)/2	**cG/cn** [c**G**] p/2	**Ln/cn** [**Ln**] p/2

L'apparition des phénotypes recombinés minoritaires [(49 +51)/(201 + 49 + 51 + 199)] X 100 = 20% alors que les phénotypes parentaux sont majoritaires : [(201 +199)/(201 + 49 + 51 + 199)] X 100 = 80% montre qu'il s'agit d'un linkage partiel.
Soit p le pourcentage des phénotypes recombinés p = 20%. →la d(G,n)-(L,c)=20 CM

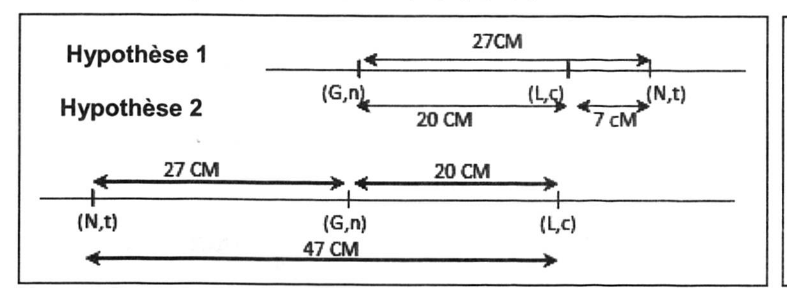
4°) a- il n'y a pas apparition de nouveaux phénotypes donc on est dans un cas de dominance absolue pour les deux caractères.

•Soit le couple d'allèle (G, n) qui contrôle la couleur du corps avec l'allèle G responsable du phénotype « corps gris » dominant et allèle n responsable du phénotype « corps noir » récessif donc **G>n**

•Soit le couple d'allèle (N, t) qui contrôle « la forme des ailes » avec l'allèle N responsable du phénotype « aile normale » dominant et allèle t responsable du phénotype « aile tordue » récessif donc **N>t.**

Le croisement est un **test cross**. Si les deux sont indépendants, on doit trouver les proportions ¼, ¼, ¼ et ¼ or ce n'est pas le cas donc ils sont liés. L'apparition des **phénotypes recombinés minoritaires** [(26 +28)/(74 + 72 + 26 + 28)] X 100 = 27 % alors que les phénotypes parentaux sont majoritaires [(74 +72)/(74 + 72 + 26 + 28)] X 100 = 73 % montre qu'il s'agit d'un **linkage partiel**.
Soit p le pourcentage des phénotypes recombinés p = **27%.**

b- Sachant que p= 27%, la d(G,n)-(N,t)=27 CM.



c- on fait un croisement entre un individu hybride [G N] et un individu double récessif [n t], si on trouve p=47%, c'est l'hypothèse 2 qui est à retenir

Exercice N°14 :

❖ **Première croisement :**

1°) Les 2 plantes croisés diffèrent par 2 couples d'allèles : il s'agit d'un cas de **dihybridisme .**
D'après **F1** on a 100% des individus de phénotype **[A1B1]** donc :
*pour le couple d'allèles (A1, A2) on a une dominance absolue de l'allèle A1 sur A2(allèle récessif)
* pour le couple d'allèles (B1, B2) on a une dominance absolue de l'allèle B1 sur B2 (allèle récessif)
***F1** est homogène : la 1^{èoe} loi de Mendel est vérifiée donc les 2 lignées croisées sont de lignées pures.

❖ **Deuxième croisement :**

2°) - Le croisement ente P1 [A1B1] x P2 de phénotype inconnu donne une génération hétérogène donc les plantes P1 et P2 ne sont pas de lignées pures

-Pour le couple d'allèles (A1,A2) on a :
[A1] à tester X [A2] (testeur)=récessif
il s'agit **d'un test-cross** Donne **50% [A1] et 50% [A2]** Donc le génotype l'individu à tester [A1] est : **A1//A2** **et** le génotype du testeur est **: A2//A2**

- Pour le couple d'allèles (B1, B2) o na :
[B1] X [B1] Donne **75% [B1] et 25 % [B2]**
Donc se sont les proportions de la F2 dans le cas d'un monohybridisme avec dominance absolue de B1 sur B2 et les parents sont de génotype : **B1// B2**

-D'après des 2 croisements le phénotype de P2 est **[A2 B1]**

3°) a-Si on considère que les 2 couples d'allèles (A1 ,A2) et (B1, B2) sont indépendants :

Phénotypes : P1 **[A1B1]** x P2 **[A2 B1]**

Génotypes : $\frac{A_1}{A_2}\frac{B_1}{B_2}$ x $\frac{A_2}{A_2}\frac{B_1}{B_2}$

Gamètes : ¼ $A_1\,B_1$ ¼ $A_2\,B_2$ ½ $A_2\,B_1$
¼ $A_2\,B_1$ ¼ $A_1\,B_2$ ½ $A_2\,B_2$

D'où l'échiquier ⟶

P1 / P2	¼ $A_1\,B_1$	¼ $A_2\,B_2$	¼ $A_2\,B_1$	¼ $A_1\,B_2$
½ $A_2\,B_1$	$\frac{A_1}{A_2}\frac{B_1}{B_1}$ 1/8 [A1B1]	$\frac{A_2}{A_2}\frac{B_2}{B_1}$ 1/8 [A2B1]	$\frac{A_2}{A_2}\frac{B_1}{B_1}$ 1/8 [A2B1]	$\frac{A_1}{A_2}\frac{B_2}{B_1}$ 1/8 [A1B1]
½ $A_2\,B_2$	$\frac{A_1}{A_2}\frac{B_1}{B_2}$ 1/8 [A1B1]	$\frac{A_2}{A_2}\frac{B_2}{B_2}$ 1/8 [A2B2]	$\frac{A_2}{A_2}\frac{B_1}{B_2}$ 1/8 [A2B1]	$\frac{A_1}{A_2}\frac{B_2}{B_2}$ 1/8 [A1B2]

On obtient 3/8 **[A1B1], 3/8 [A2B1] 1/8 [A2B2] et 1/8 [A1B2] différent des résultats expérimentaux donc les gènes sont liés et non indépendants .**

b- Les génotypes possibles de P1 sont : $\frac{A_1\,B_1}{A_2\,B_2}$ Ou $\frac{A_1\,B_2}{A_2\,B_1}$

*Le génotype de P2 est : $\frac{A_2\,B_1}{A_2\,B_2}$

4°) a- Si P1 $\frac{A_1\,B_1}{A_2\,B_2}$

Dans ce cas on obtient le phénotype parental **[A2B2]** doit être majoritaire **> 4% or ce n'est pas le cas donc :**

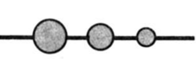
P1 $\frac{A_1\,B_2}{A_2\,B_1}$ **X P2** $\frac{A_2\,B_1}{A_2\,B_2}$

D'où l'échiquier ⟶

P1 / P2	1-p/2 $A_1\,B_2$	1-p/2 $A_2\,B_1$	p/4 $A_1\,B_1$	p/4 $A_2\,B_2$
½ $A_2\,B_1$	$\frac{A_1\,B_2}{A_2\,B_1}$ $\frac{1-p}{4}$ $[A_1B_1]$	$\frac{A_2\,B_1}{A_2\,B_1}$ $\frac{1-p}{4}$ $[A_2B_1]$	$\frac{A_1\,B_1}{A_2\,B_1}$ $\frac{p}{4}$ $[A_1B_1]$	$\frac{A_2\,B_2}{A_2\,B_1}$ $\frac{p}{4}$ $[A_2B_1]$
½ $A_2\,B_2$	$\frac{A_1\,B_2}{A_2\,B_2}$ $\frac{1-p}{4}$ $[A_1B_2]$	$\frac{A_2\,B_1}{A_2\,B_2}$ $\frac{1-p}{4}$ $[A_2B_1]$	$\frac{A_1\,B_1}{A_2\,B_2}$ $\frac{p}{4}$ $[A_1B_1]$	$\frac{A_2\,B_2}{A_2\,B_2}$ $\frac{p}{4}$ $[A_2B_2]$

b-sachant que p/4=4% donc p=16%
donc la carte factorielle est :

(A_1,A_2) —— 16 CM —— (B_1,B_2)



LA GENETIQUE HUMAINE

L'ESSENTIEL DU COURS

I/ Caryotype humain normal :

Ressemblances	différences	
	Homme	**Femme**
Cellule diploïde : -22 paires d'autosomes (chrs **non sexuels)** -1 paire de chrs **sexuels.**	Les chrs sexuels sont **partiellement** homologues. **XY** **hétérogamétiques** *2 types de gamètes (n=22 A+X) et (n=22 A+Y)	Les chrs sexuels sont **parfaitement** homologues. **XX** **homogamétiques :** *un seul type de gamète (n=22A+X)

II/ Etude de la transmission de maladies héréditaires :

1) Hérédité autosomale :

Une maladie autosomale récessive	***Une maladie autosomale dominante***
*Tout individu atteint est obligatoirement homozygote . *Un individu sain peut être homozygote ou hétérozygote . *Tout parent normal d'un enfant atteint est hétérozygote . *Un enfant atteint peut avoir deux parents sains ,ou l'un des parents atteint et l'autre sain (hétérozygote)	*Tout individu atteint a au moins un parent atteint . *L'individu normal est homozygote . * L'individu atteint peut être homozygote ou hétérozygote . *Tout parent atteint d'un enfant normal est hétérozygote .

Remarque :
Risque du mariage consanguin (cas d'une **anomalie récessive autosomale):** le mariage consanguin (union entre deux individus apparentés) augmente le risque d'avoir des descendants atteints provenant de parents hétérozygotes et de phénotypes sains (c-à-d il augmente le risque de réunir deux allèles anormaux chez un même individu)

2) Hérédité liée au sexe :

<u>Une maladie récessive liée à X :</u> *elle affecte les deux sexes ,mais plus fréquente chez les hommes que chez les femmes *Une mère atteinte donne tous ces garçons atteints. * Une fille atteinte a forcément un père atteint. *Un garçon atteint reçoit l'anomalie de sa mère (mère conductrice ou atteinte) ***<u>Une maladie récessive liée à Y :</u>*** * L'anomalie n'affecte que le sexe masculin . * L'anomalie se transmet du père aux fils (tel père , tels fils) .	***<u>Une maladie dominante liée à X :</u>*** *un enfant atteint a ,au moins ,un parent atteint *un père atteint donne toutes ses filles atteintes . *Un garçon atteint a forcément une mère atteinte . *Une mère atteinte peut donner des filles et des garçons atteints . ***<u>Une maladie dominante liée à Y :</u>*** * L'anomalie n'affecte que le sexe masculin . * L'anomalie se transmet du père aux fils (tel père , tels fils) .

III/ Le diagnostic prénatal :

Le diagnostic prénatal permet de savoir chez les couples à risques, si le fœtus réserve ou non de mauvaises surprises. Le diagnostic repose sur des analyses faites sur des cellules embryonnaires prélevées le plus tôt possibles **(amniocentèse- sang fœtal — villosités choriales).**

1°) Diagnostic des aberrations chromosomiques :

Ce diagnostic repose sur la réalisation d'un caryotype fœtale principalement chez les mères âgées (proche de la ménopause)

Exemple : La trisomie 21 : est une anomalie due à la présence de **3 chromosomes 21 au lieu de 2 chrs** .Cette anomalie est due à un accident survenu au cours de la **méiose** .

Deux cas peuvent être envisagés pour expliquer la trisomie 21 :

*1ère **cas :** les 2 chrs 21 ne se séparent pas à l'anaphase I (D.R), ils migrent tous les 2 vers le même pôle de la cellule , il en résulte des gamètes à n+1 = 24 chrs et des gamètes à n-1=22 chrs

***2ème cas :** la D.R se déroule normalement mais au cours de l'anaphase II de la D.E, les 2 chromatides du chrs 21 après leurs séparation ils migrent tous les deux vers le même pôle de la cellule .il en résulte des gamètes à n+1= 24 chrs et des gamètes n-1= 22 chrs

A la fécondation d'un gamète anormal **(à n+1 = 24 chrs**) par un gamète normal à **n=23chrs** entraîne la formation d'une cellule œuf ayant un excès du matériel génétique**(3chrs 21)** et son caryotype devient à **2n+1= 47 chrs**

2°) Diagnostic des maladies géniques (héréditaires) :

diagnostic est réalisé principalement en cas de mariage **consanguin ou une maladie** est déclarée dans **la** famille. Sur les cellules fœtales prélevées, on détecte s maladies géniques par deux moyens :

- Analyse des protéines comme l'hémoglobine.
- Analyse de l'ADN par l'utilisation de « sonde » radioactives se fixant spécifiquement sur le gène de la maladie.

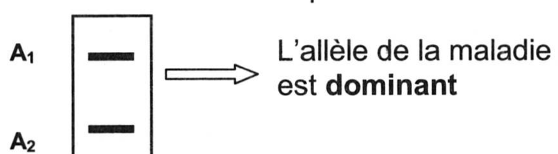
***Détermination de la dominance entre les allèles à partir de l'étude de l'électrophorèse :**

- Si le résultat de l'électrophorèse est :



Individu sain (homme ou femme) et de génotype hétérozygote .

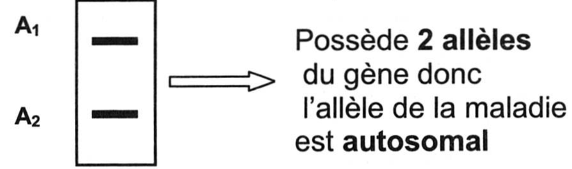
- Si le résultat de l'électrophorèse est :



Individu malade (homme ou femme) et de génotype hétérozygote .

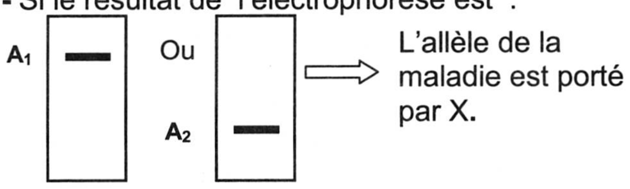
***Détermination de la localisation du gène à partir de l'étude de l'électrophorèse :**

- Si le résultat de l'électrophorèse est :



Garçon sain ou malade (de génotype hétérozygote)

- Si le résultat de l'électrophorèse est :



Parent **fils**

EXERCICES

Exercice N°1 :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

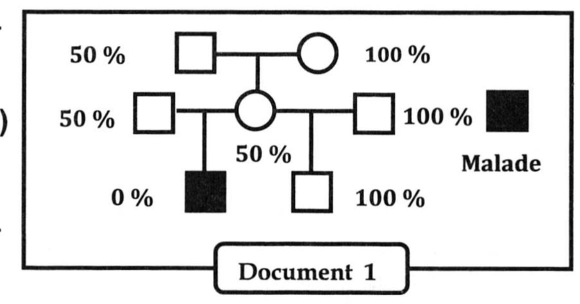
1°/ Parmi les difficultés de la génétique humaine, on peut citer:
- **a-** la fécondité.
- **b-** le nombre élevé des chromosomes.
- **c-** la durée assez courte entre les générations.
- **d-** la capacité de diriger à volonté les unions entre les individus.

2°/ Le mariage consanguin :
- **a-** est une union entre deux individus non apparentés.
- **b-** augmente le risque d'apparition d'anomalies récessives.
- **c-** est un mariage entre deux individus de même groupe sanguin.
- **d-** est conseillé dans le cas de l'existence d'une anomalie récessive.

3°/ Une certaine forme de rachitisme est considérée comme une maladie héréditaire dominante dont le gène est porté par X. On peut conclure :
- **a-** que tout garçon ayant une mère malade est lui même malade .
- **b-** que toute fille ayant un père malade est elle même malade
- **c-** qu'un homme malade transmet la maladie à tous ses enfants .
- **d-** que les enfants d'un homme malade et d'une femme non rachitique ne sont pas atteints.

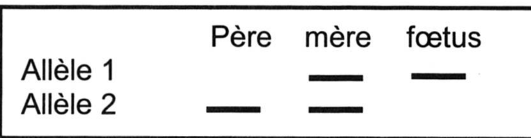
4°/ Le diagnostic prénatal des maladies génétiques :
- **a-** permet dans un certains cas de prévoir le phénotype de l'enfant à naitre .
- **b-** Consiste à guérir les maladies génétiques avant la naissance .
- **c-** utilise certaines techniques du génie génétique .
- **d-** est pratiqué indifféremment chez tous les couples.

5°/ Une maladie M est due à une activité nulle d'une enzyme E. Le pedigree du document 1 ci –contre précise le pourcentage d'activité enzymatique (en %) chez les membres d'une famille.
On peut conclure que la maladie est :
- **a-** dominante liée à X.
- **b-** récessive autosomale .
- **c-** dominante autosomale.
- **d-** récessive liée à X.



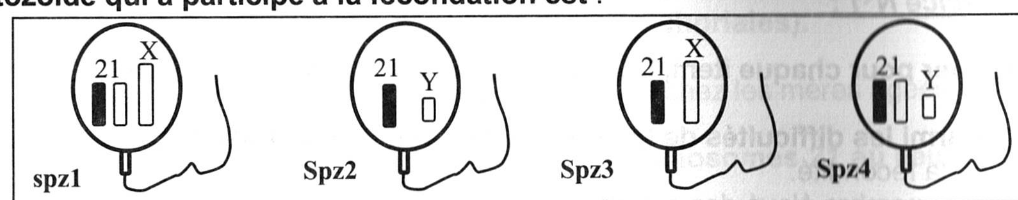
6°/ Le résultat d'analyse d'ADN montre : Un père atteint d'une maladie génique présente une tâche correspondante à l'allèle muté alors que son fils présente une tâche correspondante à l'allèle normale. On peut en déduire que :
- **a-** la maladie peut être autosomale.
- **b-** la maladie est liée à X.
- **c-** le futur enfant sera sain.
- **d-** le père est homozygote (il a 2alléles mutés)

7°/ Le document ci-contre représente le résultat de l'analyse de l'ADN de 2 parents atteints et de leur fœtus, on peut déduire que:
- **a-** le fœtus sera un garçon sain.
- **b-** l'allèle 1 est responsable de la maladie.
- **c-** la maladie est dominante autosomale.
- **d-** la maladie est dominante portée par X.



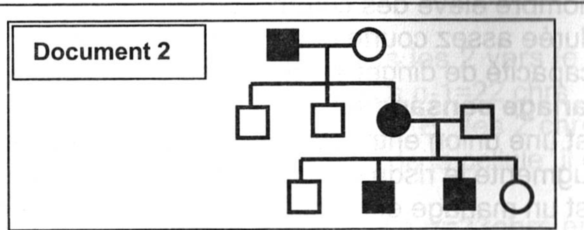
8°/ Un diagnostic prénatal a permis de conclure que le fœtus sera un garçon atteint de trisomie 21. En considérant qu'il y a eu un déroulement anormal de la méiose lors de l'ovogenèse, le spermatozoïde qui a participé à la fécondation est :

- **a-** spz1.
- **b-** spz2.
- **c-** spz3.
- **d-** spz4.



9°/ Dans l'arbre généalogique du document 2, la maladie peut être :

- **a-** dominante porté par Y.
- **b-** dominante autosomale.
- **c-** récessive liée à X.
- **d-** dominante liée à X.



10°/ Le document 3 montre le résultat de l'électrophorèse réalisée dans une famille qui possède une maladie génétique. Ce résultat montre que :

- **a-** le fœtus est sain.
- **b-** cette maladie est récessive autosomale.
- **c-** cette maladie est dominante autosomale.
- **d-** récessive liée à X.

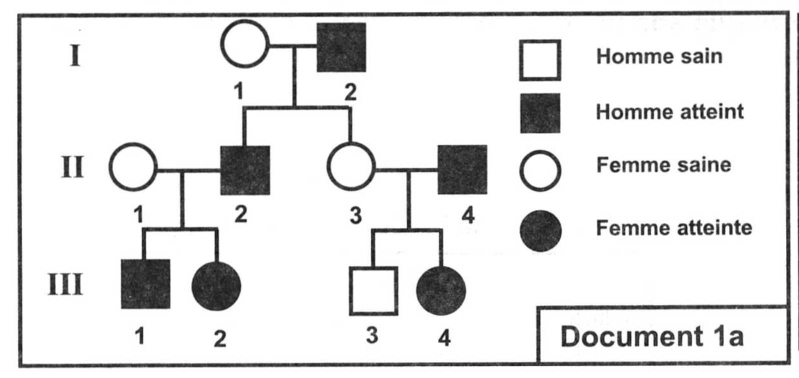
Document 3	Père	Mère	Fille	Fils	Fœtus
	▬	▬ ▬	▬	▬ ▬	▬ ▬
	Sains				

11°/ Une femme daltonienne s'unit à un homme non daltonien. Sachant que le caractère daltonien est déterminé par un allèle récessif porté par le chromosome X *:* le couple peut avoir :

- **a-** un garçon sain.
- **b-** une fille saine.
- **c-** un garçon daltonien.
- **d-** une fille daltonienne.

<u>Exercice N°2 :</u>

On se propose d'étudier le mode de transmission d'une malade héréditaire chez une famille dont certains membres sont atteints par cette maladie. Le document 1a, présente l'arbre généalogique de cette famille. Le document 1b, résume le résultat de l'analyse de l'ADN du gène responsable de la maladie effectuée chez certains sujets appartenant à cette famille.



Document 1a

	III2	III3
ADN normal	-	+
ADN muté	+	-

+ : présence - : absence

Document 1b

1°) Exploitez les données des deux documents 1a et 1b, en vue de montrer si L'allèle muté est
a- récessif ou dominant
b- porté par un autosome ou un chromosome sexuel X. discutez chacune des deux hypothèses.
2°) le sujet III3 a épousé une femme atteinte. Cette dernière à une grossesse gémellaire.
Pour rassurer le couple quant â l'état de santé de ses jumeaux, le médecin a recourt à l'analyse de l'ADN de chacun des deux fœtus 1 et 2, ainsi que celui de la mère. Les résultats sont consignés dans le document 1c suivant :

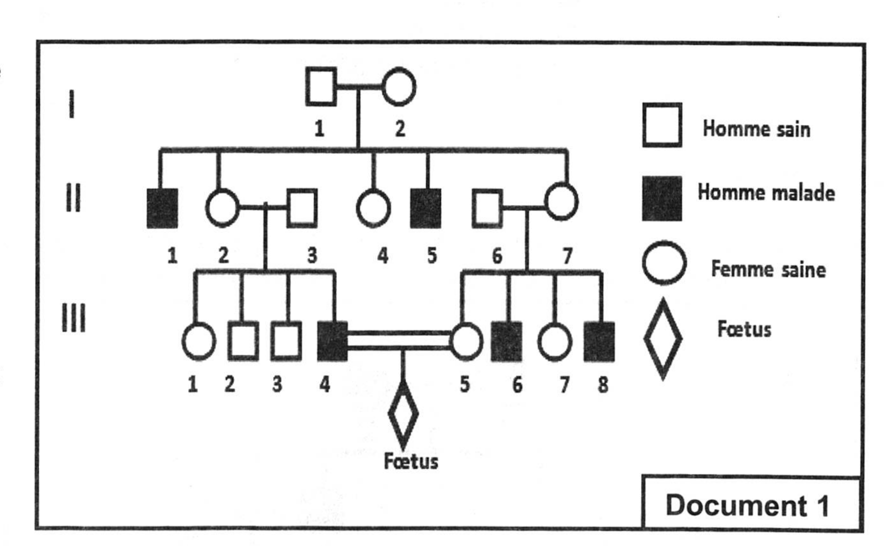
	Mère	Fœtus 1	Fœtus 2
ADN normal	-	-	+
ADN muté	+	+	+

Document 1c

Exploitez ces nouvelles données en vue de préciser le sexe et le phénotype de chacun des deux fœtus.
3°) Ecrivez les génotypes des individus I_1, I_2, III_2, III_3 et des deux fœtus.

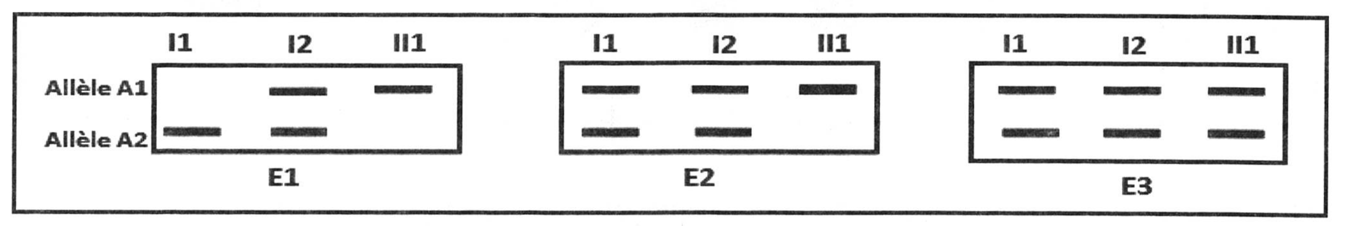
Exercice N°3 :

Le document 1 représente l'arbre généalogique d'une famille atteinte d'une maladie génétique.



1°) Exploitez les données du pédigrée pour :
a- Préciser si l'allèle déterminant cette maladie est dominant ou récessif. Justifiez votre réponse
b- Indiquer si le gène déterminant cette maladie est porté par un autosome ou un chromosome sexuel. Discutez chacune des hypothèses.

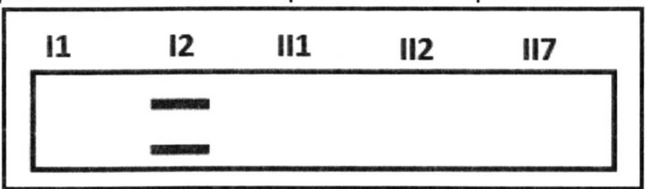
2°) On réalise la technique d'électrophorèse de l'ADN correspondant au gène de la maladie de certains membres de la famille (**I1, I2 et II1**). On donne les 3 électrophorèses ci- dessous (**E1, E2 et E3**)



- Identifiez la (ou les) électrophorèse(s) qui correspond (ent) à l'arbre généalogique. Justifiez votre réponse.

3°)
a - Réellement cette maladie est létale (mortelle) à l'état homozygote. Choisissez alors en justifiant la réponse parmi les hypothèses retenues dans la question **1-b**, la localisation certaine du gène déterminant la maladie.

b- En tenant compte de l'hypothèse retenue. Complétez l'électrophorèse suivante (sur votre copie)

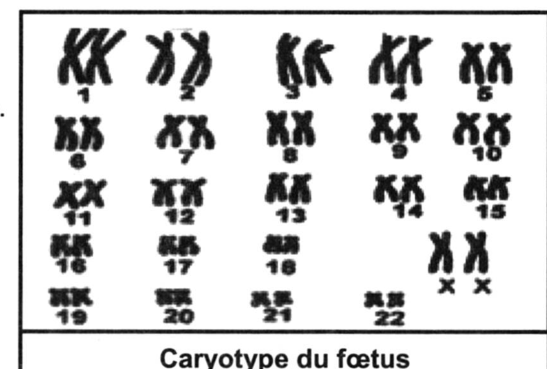


c- Faites pour les personnes **I2 et II1** une représentation chromosomique mise en cause dans cette forme de la maladie (placez les allèles sur ces schémas).

4°) La jeune fille **III5** à épouser son cousin **III4**, un diagnostic prénatal est demandé à la première grossesse.

a- Pourquoi on impose ce test génétique pour ce mariage ?

b- Le médecin à réaliser le caryotype du fœtus qui est illustré par le document suivant :

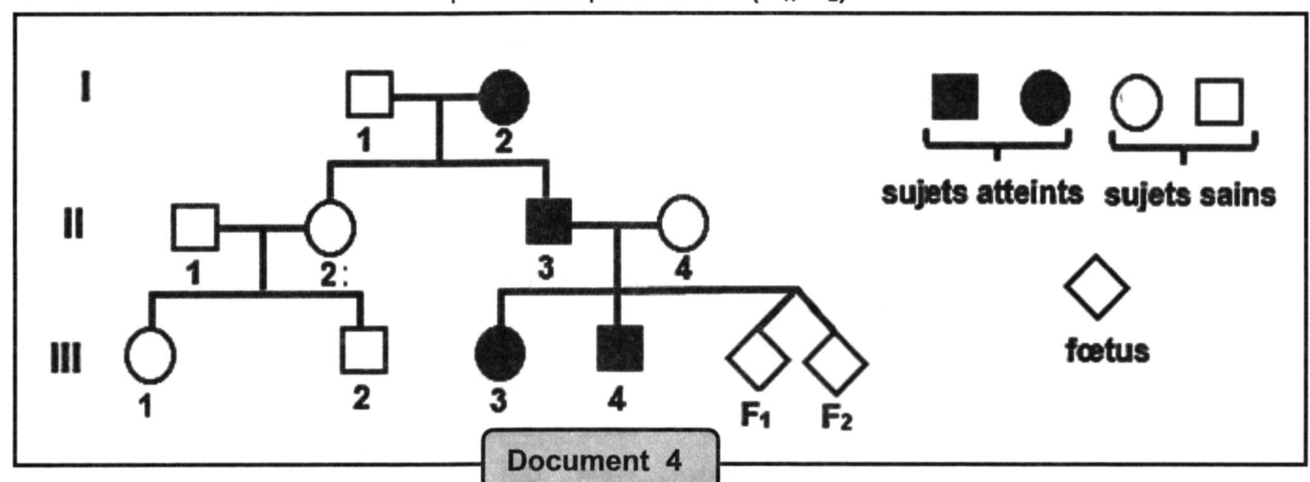


Caryotype du fœtus

- En exploitant le caryotype du fœtus et toutes les données de l'exercice :
  - Précisez le sexe du fœtus.
  - Discutez le (ou les) phénotype(s) possible(s) de l'enfant à naître.

Exercice N°4 :

Le document suivant présente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints d'une maladie héréditaire contrôlée par un couple d'allèles **(A_1, A_2).**

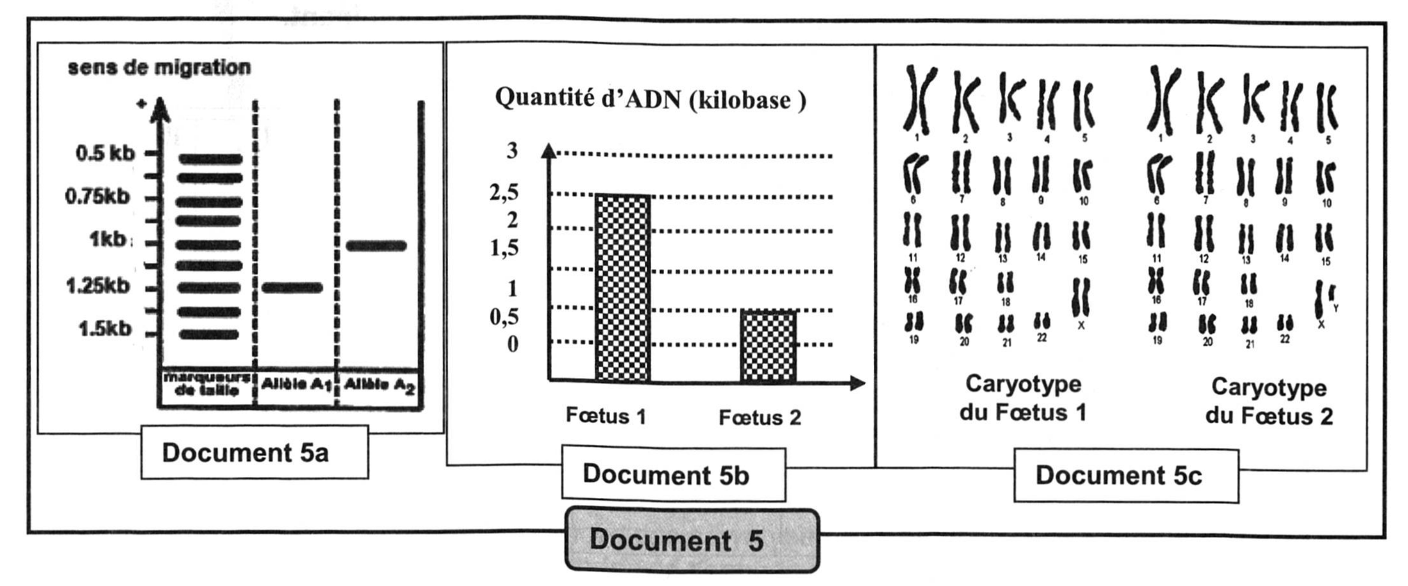


Document 4

1°) Exploitez les données du document 4 pour discuter chacune des hypothèses suivantes :

-Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par le chromosome sexuel X.
-Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par le chromosome sexuel X
-Hypothèse 3 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par un autosome
-Hypothèse 4 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par un autosome.

2°) Des expériences d'électrophorèse (**document 5a),** de réalisation de caryotypes **(document 5 c)** et de mesures de la quantité d'ADN **(document 5b)** ont été réalisés chez les deux fœtus. Les résultats sont présentés par le document 5 :

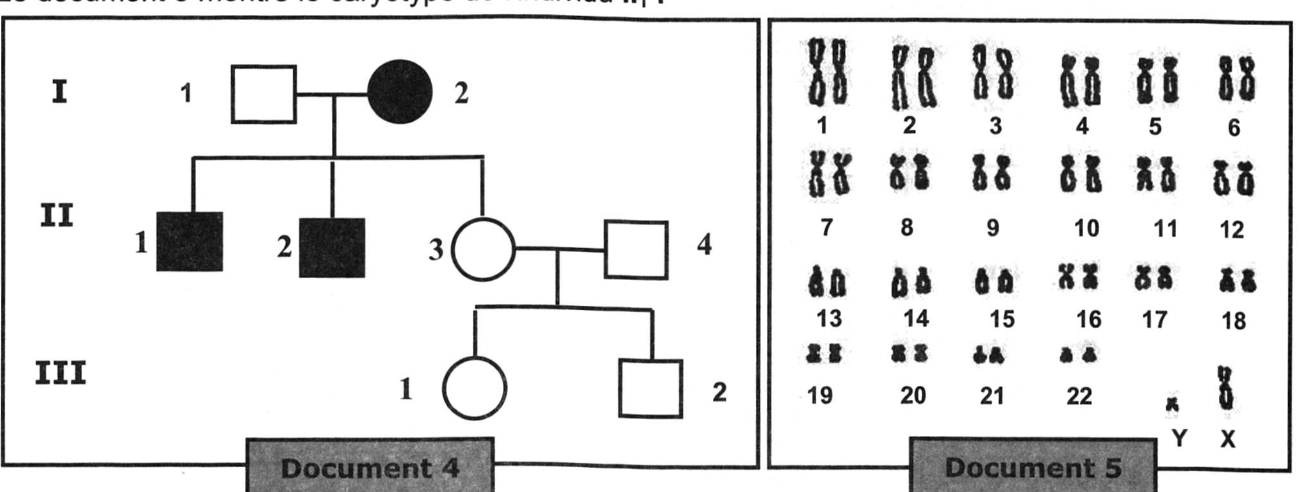


Exploitez les données d documents 4 et 5 en vue de :

- **a-** Déterminer la taille des allèles **A_1 et A_2.**
- **b-** Préciser le mode de transmission de cette maladie héréditaire.
- **c-** Déduire les génotypes et les phénotypes des fœtus **F_1 et F_2.**

Exercice N°5 :

Le document 4 représente l'arbre généalogique d'une famille F1 ou sévit une maladie génétique « M » due à des dépôts d'enzyme P synthétisée en quantité supérieur à la normale dans l'encéphale. Le document 5 montre le caryotype de l'individu **II_1 .**



1°) En analysant les documents 4 et 5 ; dites en justifiant votre réponse si la maladie M est déterminée par une aberration chromosomique ou une anomalie génique.

2°) En prenant compte de cet arbre généalogique ; discutez les hypothèses suivantes concernant le mode de transmission de l'allèle responsable de l'anomalie :

Hypothèse 1 : allèle autosomal dominant.
Hypothèse 2 : allèle porté par le chromosome sexuel X dominant.
Hypothèse 3 : allèle autosomal récessif.
Hypothèse 4 : allèle porté par le chromosome X récessif.

3°) Pour vérifier ces hypothèses des analyses sont traitées chez quelques membres de cette famille en dosant en particulier l'activité enzymatique de l'enzyme "P".

	I_2	II_2	III_1
Activité enzymatique en %	0	0	50

N.B : individu hétérozygote a une activité enzymatique 50%

A partir de l'exploitation des données du tableau ci-contre, montrer les hypothèses à retenir parmi celles de la question 2.

4°) Le document 2 montre les résultats de l'analyse par électrophorèse de L'ADN de certains membres d'une deuxième F2 présentant la même maladie héréditaire dont la mère est malade.

Document 2

	Père	Fille	Fils
Allèle 1		▬	▬
Allèle 2	▬	▬	

Analysez les données du document 2 en vue de déduire la validité des hypothèses retenues précédemment

5°) Donner le génotype de chaque membre de la famille F2.

Exercice N°6 :

Un couple phénotypiquement atteint d'une maladie héréditaire, procède à un diagnostic prénatal par crainte sur l'état de santé de leur futur enfant. A partir des cellules et de l'ADN prélevées du fœtus, ainsi que de la mère, on obtient les résultats suivants :

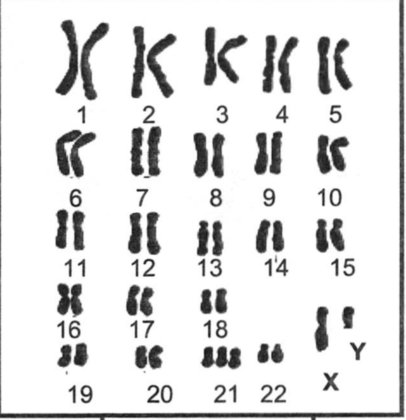
- **Document 1** : électrophorèse de l'ADN du fœtus et de la mère.
- **Document 2 :** caryotype du fœtus.
- **Document 3 :** nombre d'allèles du gène chez la mère et le fœtus.

	Mère	Fœtus
Allèle A1	▬	▬
Allèle A2		▬

Document 1

Nombre d'allèles	Chez la mère	Chez le fœtus
A1	2	2
A2	0	1

Document 3



Document 2

1°) Identifier les allèles A1 et A2. Justifier la réponse.

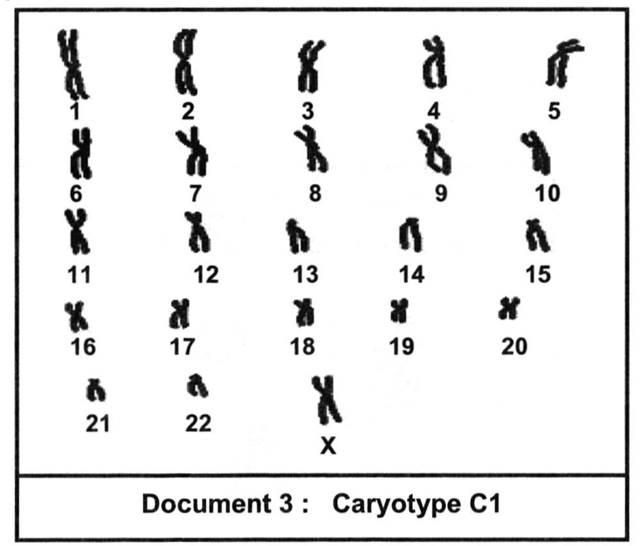
2°) Exploiter les données fournis par ces documents en vue :

a- Déterminer la localisation du gène de cette maladie.

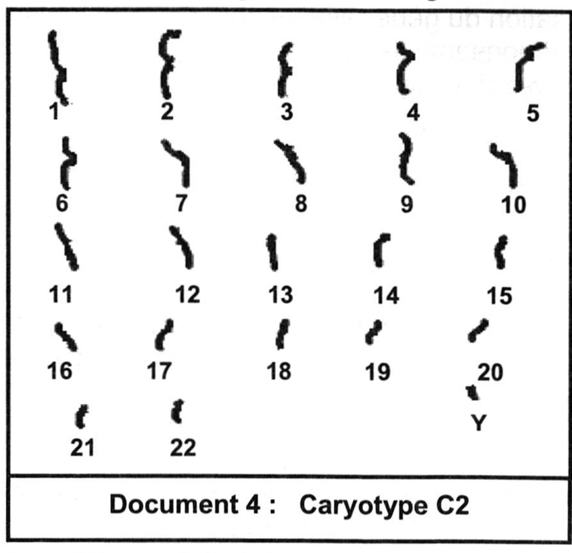
b- Préciser le nombre et la nature des allèles chez le père.

c- Préciser la relation de dominance entre les allèles A1 et A2.

3°) Le document 2 révèle une anomalie. Précisez sa nature et ses causes possibles.
4°) Les documents 3 et 4 présentent les caryotypes C1 et C2 de deux gamètes à l'origine du fœtus.



Document 3 : Caryotype C1

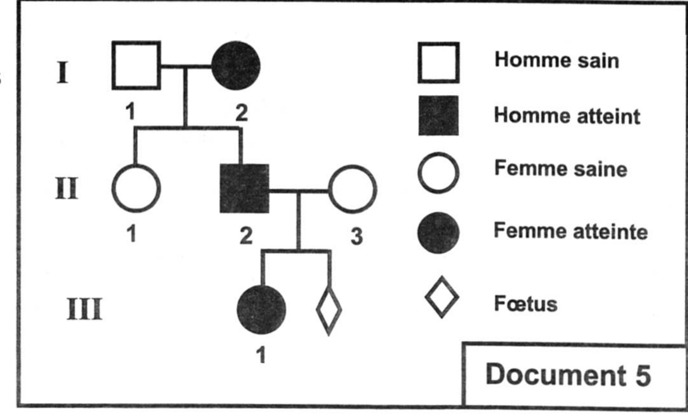


Document 4 : Caryotype C2

a- Donner pour chacun de deux caryotypes . Le nombre et l'aspect des chromosomes,
b- Précisez le gamète qui correspond à chacun des caryotypes **C1 et C2.**
c- Quel renseignement supplémentaire apporte ces données quant à l'origine de cette anomalie?

Exercice N°7 :

On se propose d'étudier le mode de transmission d'une maladie héréditaire touchant certains membres d'une famille. Pour cela on dispose de l'arbre généalogique représenté par le document 5.



Document 5

1°) Discutez chacune des hypothèses suivantes :
***Hypothèse 1 :** l'allèle responsable de la maladie est récessif .
***Hypothèse 2 :** l'allèle responsable de la maladie est dominant.
Le document 6 représente les résultats de l'électrophorèse de l'ADN correspondant au gène de la maladie effectuée chez les individus de cette famille à l'exception du fœtus. Ces individus sont désignés arbitrairement et en désordre par les indices i_1, i_2, i_3 , i_4 , i_5 **et** i_6 .

Individu / Allèles	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6
A_1	▬	▬			▬	
A_2	▬	▬	▬	▬	▬	▬

Document 6

2°) Exploitez les données des documents **5 et 6** vue de dégager la relation de dominance entre les allèles A1 et A2. Le diagnostic prénatal réalisé chez la femme II_3 , prouve que son fœtus sera un garçon atteint et hétérozygote.

3°) En vous basant sur cette nouvelle information précisez :
- la localisation du gène responsable de cette maladie.
- l'allèle responsable de la maladie parmi $\mathbf{A_1}$ **et** $\mathbf{A_2}$.

4°) Retrouvez dans le document 6 le (ou les) membres) pouvant correspondre aux individus $\mathbf{I_1}$ **et** $\mathbf{III_1}$ du document 5.

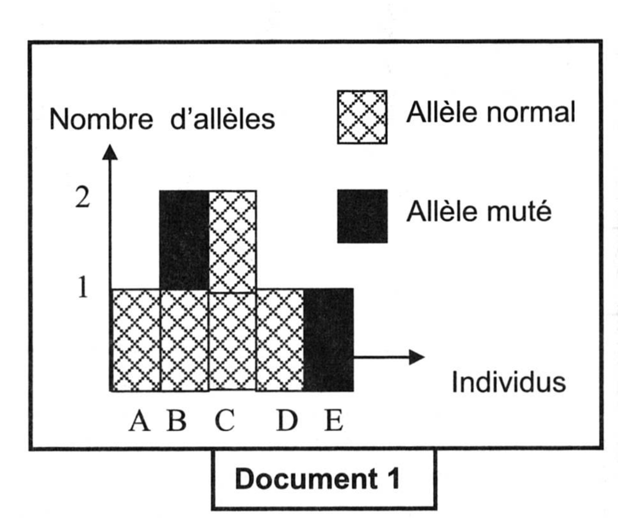
Exercice N°8 :

Le père A (de phénotype inconnu) et sa femme B est saine, ont eu trois enfant C, D et E , ce dernier est un garçon malade. Le document 1 précise le nombre d'allèle (normal ou muté) de chacun des 5 individus de cette famille .

1°) Analysez l'ensemble de ces données en vue de déduire le mode de transmission de cette maladie (relation de dominance et localisation chromosomique)

2°) Ecrivez les génotypes des individus de cette famille.

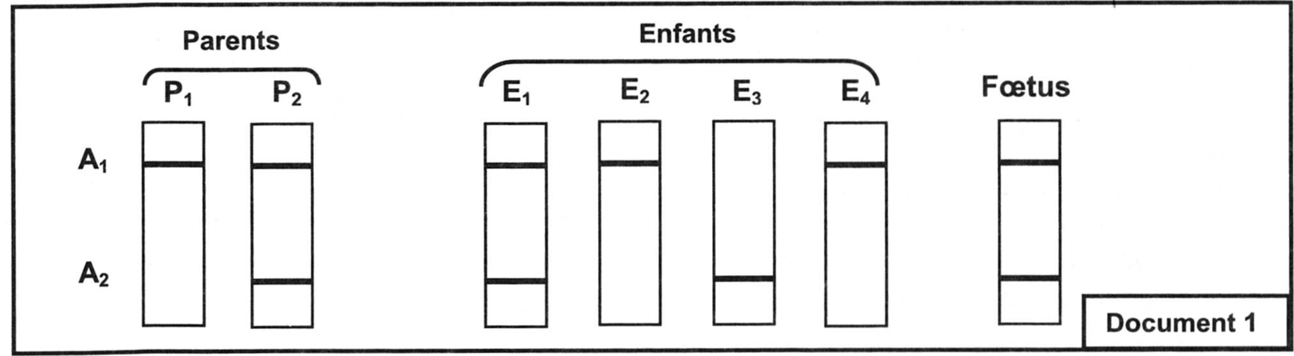
3°) Tracer l'arbre généalogique de cette famille



Document 1

Exercice N°9 :

Deux parents normaux ont donné quatre enfants dont un est atteint d'une maladie héréditaire.
A l'occasion d'une cinquième grossesse chez la femme de ce couple le corps médical a eu recourt a un diagnostic prénatal afin do préciser le génotype du fœtus . La technique utilisée est basée sur la fragmentation de l'ADN, puis la séparation des fragments obtenus par électrophorèse et l'identification du gène recherché par marquage. Le document 1 visualise le résultat obtenu pour chaque individu de la famille ainsi que celui du fœtus. **A1** et **A2** sont deux fragments d'ADN correspondant aux allèles du gène étudié.



Document 1

1°) Précisez en le justifiant si l'allèle responsable de la maladie est dominant ou récessif.

2°) A partir de l'étude rigoureuse du document 1, précisez la localisation chromosomique du gène en question. Associer les fragments **A1 et A2** aux différents allèles du gène (allèle normale et allèle muté) et attribuez alors à chaque parent l'électrophorèse qui lui appartient en précisant son génotype.

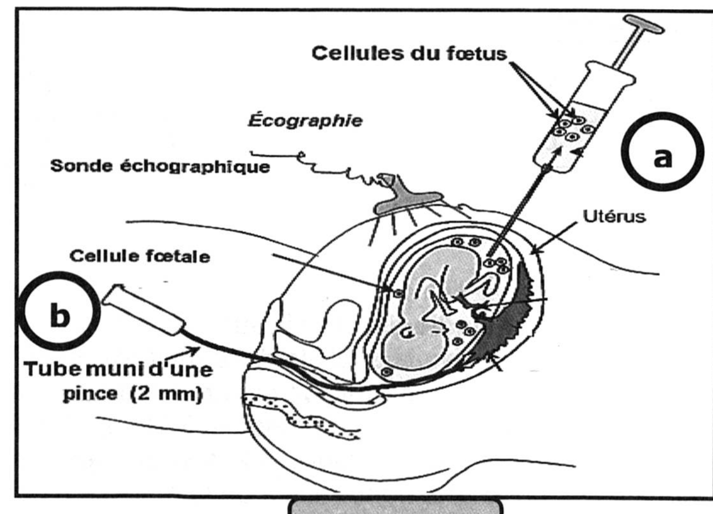
3°) En vous basant sur l'étude du document 1, précisez pour chaque enfant **(E 1, E2, E3 et E4)** le génotype, le phénotype et discutez son sexe.

4°) En utilisant vos déductions aux questions précédentes et le résultat obtenu pour le fœtus, conseillez vous à la mère d'interrompre la grossesse. Justifiez.

5°) Dressez l'arbre généalogique de cette famille.

Exercice N°10 :

Le document 1 représente deux techniques **(a et b)** de prélèvement de tissus fœtaux utilisées en diagnostic prénatal pour détecter une éventuelle anomalie génique ou chromosomique chez le fœtus.



Document 1

1°) Précisez le nom, le moment et le principe de prélèvement correspondant à chaque technique.

(Réponse attendue sous forme de ce tableau)

Technique	a	b
Nom		
Moment		
Principe		

2°) Un couple âgé attend un enfant, le médecin propose de réaliser le caryotype du fœtus à partir de l'un des prélèvements des tissus fœtaux de la question 1.
Le résultat est représenté dans le document 2.
Analysez le caryotype du fœtus . Que peut –on conclure sur l'état de santé .Justifiez .

1 2 3 4 5
6 7 8 9 10
11 12 13 14 15
16 17 18
19 20 21 22 XX

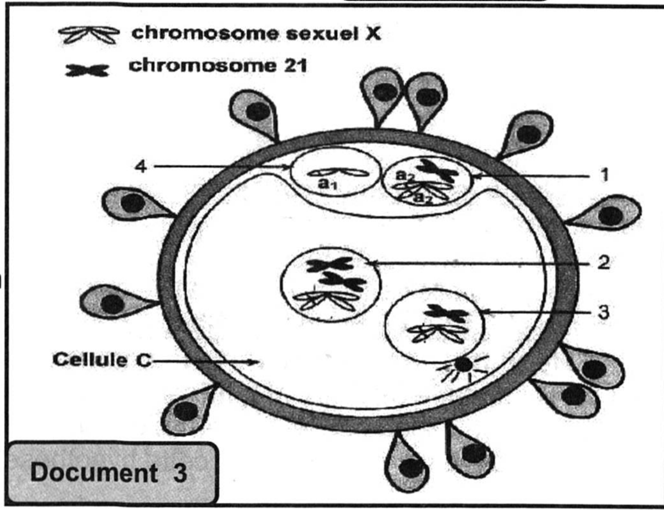
Document 2

3°) Le document 3 suivant illustre schématiquement une étape de la fécondation à l'origine du fœtus .
Le nombre de chromosomes est réduit à 2n=4 .
Le couple d'allèles **(a_1 , a_2)** est celui du gène qui contrôle une anomalie héréditaire qui est détectée chez le fœtus.

a- Exploitez le document 3 en vue :
- d'identifier les éléments désignés par les numéros 1, 2,3 et 4 .
- d'expliquer l'origine de l'anomalie déterminée dans la question 1.
- de précisez le sexe du fœtus et la localisation du gène qui contrôle l'anomalie génique .

b- Placez les allèles du gène sur les chromosomes correspondants sachant que le fœtus est hétérozygote pour ce gène .

c- Précisez les génotypes du fœtus et des parents.



Document 3

CORRECTION

Exercice N°1 :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a-b	b	b	a-c	b	b	a-d	b	b-d	a-b	b-c

Exercice N°2 :

1°) a-
Si l'allèle de la maladie est dominant :
Soit le couple d'allèles : **M :** l'allèle de la maladie (muté) , **s :** l'allèle sain avec **M>s**
Dans ce cas la fille III2 est malade et sachant qu'elle possède que l'allèle muté M (d'après l'électrophorèse) donc son génotype est M//M ou XM//XM doit hérité M ou XM de son père ce qui possible car son père est malade et XM de sa mère ce qui impossible car sa mère est saine de génotype s//s ou Xs//Xs donc l'allèle de la maladie n'est pas dominant mais **récessif .**
On pose le couple d'allèles (S, m) m : l'allèle de la maladie (muté) , **S :** l'allèle sain avec **S>m**
b-
***Hypothèse 1 : Maladie autosomale :**
Si l'allèle de la maladie est porté par un autosome , **III3** aurait hérité un allèle normal de chez sa mère et un allèle muté de chez son père malade .Or d'après le résultat de l'électrophorèse , le sujet III3 est sain et ne possède que l'allèle normal donc l'hypothèse1 est à rejeter .
***Hypothèse 2 : Maladie liée à X :**
Dans ce cas , le sujet **III2** est une femme atteinte , donc de génotype Xm//Xm , elle a hérité Xm de son père malade ce qui est possible et Xm de chez sa mère saine conductrice de génotype XS//Xm ce qui possible aussi . Tout individu malade doit avoir une mère saine conductrice et un père malade ce qui est le cas dans l'arbre généalogique .donc l'hypothèse 2 est vérifiée .
Conclusion : L'allèle de la maladie est récessif porté par X .
2°) * Le fœtus 1 ne possède que l'allèle muté , c'est un garçon malade .
* Le fœtus 2 est une fille saine , il possède les deux versions alléliques .
3°)

I1	**I2**	**III2**	**III3**	**Fœtus 1**	**Fœtus 2**
XS//Xm	**Xm//Y**	**Xm//Xm**	**XS//Y**	**Xm//Y**	**XS//Xm**

Exercice N°3 :

1°)
a- L'allèle de la maladie récessif ou dominant :
Les deux parents I1 et I2 de phénotypes sains ont un enfant II1 malade, donc l'allèle de la maladie se trouve à l'état masqué au moins chez l'un des deux parents donc L'allèle de la maladie est récessif
Soit le couple d'allèles (S, m) S : allèle sain , m : allèle de la maladie avec **S>m**
b- Localisation du gène de la maladie :

- ***Hypothèse 1 : L'allèle de la maladie est autosomal :***

Tout enfant malade (II1, II5, III4, III5 et III7) est homozygote m//m, il hérite un allèle malade de son père (m/) et un allèle malade de sa mère(m/) qui doivent être conducteurs (hétérozygotes), il n'y a pas un contre exemple dans ce pédigrée ; cette hypothèse peut être retenue.

- ***Hypothèse 2 : L'allèle de la maladie est lié à Y :***

Tout garçon malade hérite la maladie de son père qui doit être malade, or ce n'est pas le cas dans ce pédigrée car le garçon II1 malade son père I1 de phénotype sain donc cette hypothèse est à rejetée.

- ***Hypothèse 3 : L'allèle de la maladie est lié à X :***

Tout garçon (II1, II5, III4, III5 et III7) malade hérite la maladie de sa mère saine qui doit être conductrice (hétérozygote de génotype XS//Xm), il n'y a pas un contre exemple dans ce pédigrée donc cette hypothèse peut être retenue.

Conclusion :- l'allèle de la maladie est autosomal
-l'allèle de la maladie est lié à X

2°) - ***Pour l'électrophorèse E1 :***

La personne I1 de phénotype sain porte seulement une bande qui correspond à l'allèle A2
La personne II1 de phénotype malade porte une bande qui correspond à l'allèle A1
L'allèle A1 correspond à l'allèle de la maladie et l'allèle A2 correspond à l'allèle sain.



- La mère I2 porte deux bandes A1 et A2, elle est hétérozygote. La maladie est récessive.
- Chaque personne de sexe masculin I1 et II1 porte un seul allèle.

Cette électrophorèse E1 est acceptée si l'allèle de la maladie est porté par X.

-***Pour l'électrophorèse E2 :***

Les deux parents I1 et I2 portent deux bandes A1 et A2, ils sont donc hétérozygotes.
Leur enfants II1 porte une seule bande A1 qui correspond à l'allèle malade et d'après le pédigrée les parents I1 et I2 sont de phénotypes sains et leur enfant II1 est de phénotype malade donc cette électrophorèse E2 peut être acceptée si l'allèle de la maladie est porté par un autosome.

- ***Pour l'électrophorèse E3 :***

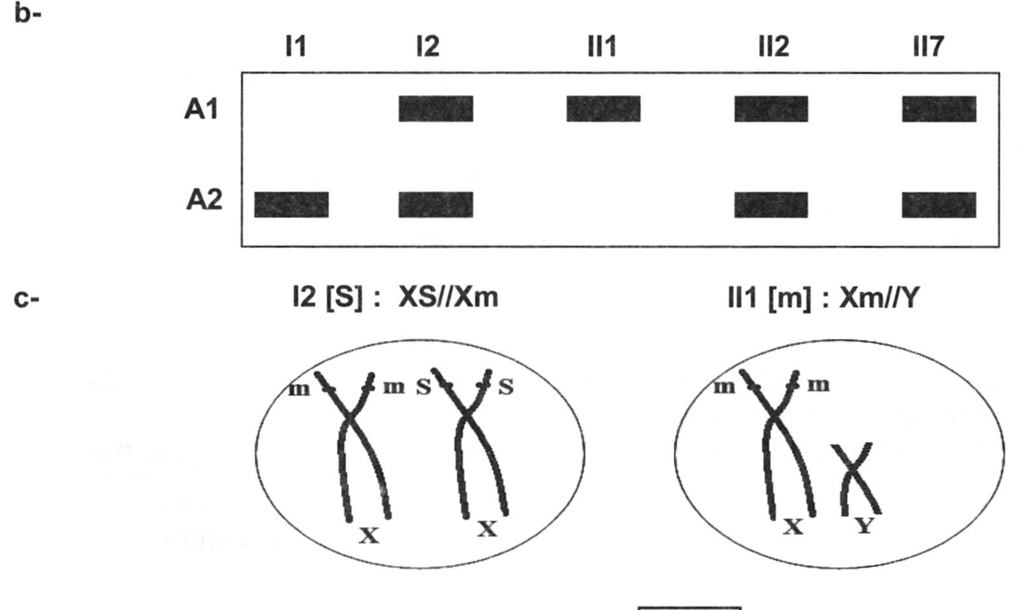
L'enfant II1 malade porte deux bandes A1 et A2 (hétérozygote) or la maladie est récessive donc cette électrophorèse n'est pas conforme au pédigrée.

Conclusion : E2 est acceptée si la maladie est autosomale
E3 est acceptée si la maladie est liée à X

3°)

a- Si la maladie est létale à l'état homozygote, on n'obtient pas des personnes homozygotes malades donc l'hypothèse 1 (allèle de la maladie autosomal) doit être rejetée car un individu malade doit être obligatoirement homozygote et par conséquent l'électrophorèse E2 doit être éliminée d'où la maladie est récessive portée par un chromosome sexuel X.

b-



4°) a- mariage consanguin.
b- D'après le caryotype tous les chromosomes sont homologues deux à deux donc les chromosomes sexuels sont XX et par conséquent le sexe du fœtus est féminin.

- L'enfant à naitre est une fille qui ne peut être que de phénotype sain **[S]** car elle doit hériter un allèle malade Xm de son père et un allèle sain XS de sa mère donc de génotype XS//Xm.
- Si elle hérite un allèle malade Xm de son père et un allèle malade Xm de sa mère, elle doit avoir un génotype Xm//Xm (homozygote) qui est une forme létale.

<u>Exercice N°4 :</u>

1°)
***Hypothèse 1 : gène récessif porté par X :**
soit le couple d'allèle (S,m) S :allèle sain ; m : allèle muté
III4 malade de génotype X_mY hérite X_m de sa mère qui doit être hétérozygote X_SX_m.
II2 saine, hérite Xm de sa mère malade de génotype X_mX_m, elle est donc hétérozygote de génotype $\mathbf{X_SX_m}$ ce qui est possible. Aucune contradiction. Donc **l'hypothèse1 est à retenir.**
***Hypothèse 2 : gène dominant porté par X.** :
soit le couple d'allèle (M,s) s :allèle sain ; M : allèle muté
III4 malade de génotype X_MY hérite X_M de sa mère qui doit être malade or sa mère est saine de génotype XsXs. Donc **H2 rejetée.**
***Hypothèse 3 : gène récessif porté par un autosome :**
soit le couple d'allèle (S,m) S :allèle sain ; m : allèle muté
Tout individu atteint doit être homozygote de génotype mm, ce qui est le cas pour I2,II3, III3 et III4.
Tout individu sain ayant un ascendant ou/et un descendant malade doit être hétérozygote de génotype S//m ce qui est possible pour I1, II2, II4. Aucune contradiction, **hypothèse retenue.**
***Hypothèse 4 : gène dominant porté par un autosome :**
Soit le couple d'allèle (M, s) s :allèle sain ; M : allèle muté
Tout individu sain doit être homozygote de génotype **s//s**, ce qui est le cas pour I1, II2, II4.
Tout individu atteint ayant un ascendant ou/et un descendant sain doit être hétérozygote de génotype Ms ce qui est possible pour I2, II3, III3 et III4. Aucune contradiction, **hypothèse retenue.**
2°)
a- A1 → 1.25 Kb A2 → 1 Kb
b- D'après le document 7c, F2 comporte 2 chromosomes sexuels de type XY donc c'est un garçon. Si le gène est autosomal , F2 doit hériter 2 allèles, or le document 7b montre uniquement un allèle A2 (1Kb) d'où le gène est lié au sexe. H1 est à retenir, H3 et H4 rejetées.
c- F1 présente 2.5 Kb donc il a hérité 2 allèles mutés A1 c'est une fille atteinte de génotype $\mathbf{X_{A1}X_{A1}}$.
A1 est l'allèle muté puisque le père II3 est atteint de génotype $X_{A1}Y$ et il a transmis X_{A1} à sa fille.
F2 présente 1 Kb, il a un seul allèle normal A2 c'est un garçon sain de génotype $\mathbf{X_{A2}Y}$.

<u>Exercice N°5 :</u>

1°) D'après le document 4 l'individu II1 est malade mais la document 5 montre que le caryotype de cet individu ne présente aucune aberration chromosomique :
2n= 44 autosome + XY donc la maladie se transmet d'une génération à une autre (héréditaire) d'où l'anomalie est génique.

2°)
<u>*Hypothèse 1 :</u> L'allèle responsable de la maladie est dominant autosomal :
On pose M : l'allèle de la maladie et s : l'allèle normal. avec **M>s .**
La fille II3 est saine de génotype obligatoirement s//s doit hérité s de sa mère c'est possible car sa mère est malade doit être hétérozygote de génotype M//s et s de son père ce qui est impossible car son père est sain de génotype s//s .
Chaque individu malade a au moins l'un des parents malade ce qui est en accord avec le pedigree les garçons II1 et II2 sont malades ont sa mère malade donc **l'hypothèse 1 est à retenir .**
<u>*Hypothèse 2 :</u> L'allèle responsable de la maladie est dominant porté par X :
La fille II3 est sain de génotype Xs//Xs doit hériter Xs de son père ce qui est possible car il est sain de génotype Xs//Y et Xs de sa mère ce qui est possible car sa mère est malade doit être de génotype XM// Xs.
Chaque garçon malade a sa mère malade .Les fils II1 et II2 malades possèdent leur mère I2 malade ce qui est en accord avec le pedigree donc **l'hypothèse 2 est à retenir**
<u>*Hypothèse 3 :</u> L'allèle responsable de la maladie est récessif autosomal :
On pose m : l'allèle responsable de la maladie . S : l'allèle normal avec **S>m**
Le fils II1 et II2 sont malades et de génotype m//m doivent hériter m de chacun de leur parent. Leur père est sain doit être hétérozygote (S//m) .La fille II3 est saine de génotype S//m possèdant un parent malade ce qui est en accord avec le pedigree donc **l'hypothèse 3 est à retenir .**
<u>*Hypothèse 4 :</u> L'allèle responsable de la maladie est récessif porté par X :
Dans ce cas la mère I2 est malade donne tous ces garçons malades (cas de II1 et II2) .La fille II3 est saine de génotype XS//Xm possédant le père sain de génotype XS//Y ce qui est en accord avec le pedigree donc **l'hypothèse 4 est à retenir.**
3°)
La fille III1 est saine (d'après document 4) et présente une activité enzymatique 50% donc elle est de génotype hétérozygote donc l'allèle de la maladie est récessif d'où les hypothèses 1 et 2 sont à rejeter Donc les hypothèses 3 et 4 sont à retenir .
4°)
La mère est malade possédant seulement l'allèle A1 donc l'allèle A1 est l'allèle de la maladie récessif alors que l'allèle A2 est l'allèle sain dominant. le fils ne possède que l'allèle.
Si le gène est autosomal le fils doit hérité A1 de sa mère ce qui est possible et A1 de son père ce qui est impossible car son père ne possède que l'allèle A2 donc le gène est lié à X.
Conclusion : l'allèle de la maladie est récessif porté par X .
5°)
Famille F2 : père : XA2//Y ; mère : XA1//XA1 ; fille : XA2//XA1 ; fils : XA1//Y

<u>Exercice N°6 :</u>

1°) La mère est atteinte et elle possède uniquement l'allèle A1, donc l'allèle A1 est l'allèle responsable de la maladie et par conséquent l'allèle A2 est l'allèle déterminant l'état sain.
2°) a- Le document 2 montre que le fœtus est un garçon puisqu'il possède deux chromosomes sexuels différents X et Y. Si le gène est lié à X ou à Y, le fœtus doit posséder un seul allèle puisqu'il possède un seul exemplaire de chromosome X et de chromosome Y, or le document 3 montre la présence de 3 allèles (2 allèles A1 et un allèle A2). Donc le gène ne peut pas être un gène lié au sexe, il s'agit d'un gène autosomal, la présence de 3 allèles montre que le foetus a hérité 3 allèles donc le gène qui contrôle la maladie est porté par un chromosome qui se présente en 3 exemplaires, le seul chromosome qui se présente en 3 exemplaires c'est le chromosome 21, donc il s'agit **d'un gène autosomal porté par le chromosome n°21.**

b- Le père est atteint, donc il possède un allèle muté A1. La mère est homozygote et ne peut transmettre à son fœtus que l'allèle A1. Puisque le fœtus possède l'A2, donc il a hérité l'allèle A2 de son père. Le père possède donc les deux allèles A1 et A2.
c- Le père est hétérozygote et il est atteint, donc l'allèle responsable de la maladie Al est dominant, par contre l'allèle déterminant l'état sain A2 est récessif.
3°) Le document 2 montre que le fœtus est atteint d'une anomalie chromosomique: la trisomie 21, puisqu'il possède 3 exemplaires de chromosome n°21. Cette anomalie peut entre due à:
-La non séparation des 2 chromosomes homologues n°21 au cours de division réductionnelle de la méiose (anaphase I).
- La non séparation des 2 chromatides sœurs du chromosome n°21 au cours de division équationnelle de la méiose (anaphase II).
4°)
a- *Le caryotype C1 : 22 autosomes +X
*Le caryotype C2: 22 autosomes +Y
b- Puisque le caryotype C2 présente un chromosome Y, donc il correspond au gamète male et par conséquent le caryotype C1 correspond au gamète femelle.
c- Les deux caryotypes C1 et C2 ne présentent pas des anomalies. Puisque ces caryotypes correspondent aux gamètes qui-sont à l'origine du fœtus atteint de la trisomie 21 .Cette anomalie a eu lieu au cours de la division équationnelle de la méiose au moment de la formation des gamètes chez la mère.

Exercice N°7 :

1°)
- H1 : l'allèle responsable de la maladie est récessif :
La femme **III1** atteinte, est homozygote ; elle hérite les deux allèles mutés de ses deux parents. Sa mère **II3** qui est saine possède l'allèle de la maladie à l'état masqué.
Le père **I1** normal doit être hétérozygote pour donner l'homme II2 atteint si l'allèle de l'anomalie est autosome **d'où l'hypothèse 1 est à retenir**
- H2 : l'allèle responsable de la maladie est dominant :
La fille **II1** est saine et homozygote : elle hérite les deux allèles normaux de ses deux parents : la mère **I2** qui est malade possède l'allèle normal à l'état masqué **d'où l'hypothèse 2 est à retenir.**
2°)
Tous les individus désignés par les lettres **d'i_1 à i_6** possèdent l'allèle **A_2.**
Si l'allèle A2 était l'allèle dominant, les individus doivent être tous malades ou tous sains. Or, d'après l'arbre généalogique il y a 3 individus qui sont malades et 3 individus qui sont sains. Donc, **A2 ne peut être que récessif et A1 est l'allèle dominant.**
3°)
*Le fœtus étant un garçon atteint et hétérozygote .
Si le gène de la maladie était porté par le chromosome X, ce fœtus ne peut posséder que l'une ou l'autre forme allélique (de génotype **X_{A1} Y** ou **X_{A2}. Y**). Or, le diagnostic prouve qu'il possède les deux formes alléliques. Donc, **la maladie est autosomique.**
*Puisque l'allèle A1 est dominant et puisque le fœtus possède un génotype hétérozygote **(A_1//A_2),** donc **A1 est l'allèle responsable de la maladie.**
4°)
I_1 est sain ne possède que l'allèle A2. IL peut correspondre à **i_3 ou i_4 ou i_6**.
III_1étant malade possède les allèles **A_1 et A_2**. Il peut correspondre à **i_1, i_2 ou i_5**

Exercice N°8 :

1) A : père (phénotype inconnu) ; B : mère (saine) ; C, D et E sont des enfants : avec E est un garçon malade .
La mère est saine et présente les 2 allèles du gène (normal et de la maladie d'après les histogrammes des allèles) on peut déduire que l'allèle de la maladie est récessif noté **m** et l'allèle normal est dominant noté S avec **S > m**
E est un garçon malade et d'après les histogrammes des allèles ne comporte qu'un seul allèle du gène (allèle muté) donc l'allèle de la maladie est lié au sexe (X ou Y)
Le père possède seulement l'allèle normal donc de phénotype sain alors que son fils E est malade donc l'allèle de la maladie n'est pas porté par Y mais il est porté par X .
Conclusion :
L'allèle de la maladie est récessif porté par la partie spécifique de X .

2°)
A : X^S//Y ; B : X^S// X^m ;
C : **X^S// X^S ; D : X^S//Y ;**
E : X^m//Y

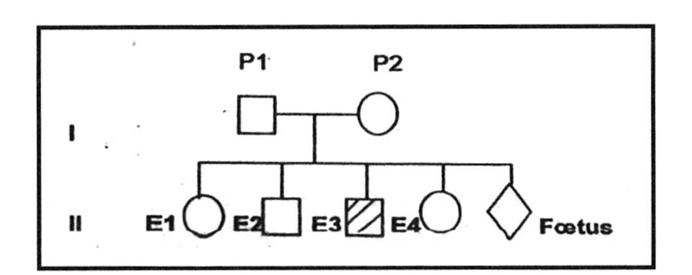
3°) l'arbre généalogique de cette famille est :

A B
C D E

Exercice N°9 :

1°) L'allèle de la maladie est récessif car les parents sont sains ont donnés un enfant malade donc l'allèle de la maladie se trouve cachée au moins chez l'un des 2 parents donc l'allèle de la maladie est récessif alors que l'allèle normal est dominant .
2°) Hypothèse 1 :l'allèle de la maladie est portée par Y :
Dans ce cas la mère ne doit avoir aucun allèle or l'analyse de l'ADN montre la présence au mois un allèle chez les deux parents donc l'hypothèse est à rejeter .
Hypothèse 2 : si l'allèle de la maladie est autosomal :
Dans ce cas dans l'électrophorèse tous les individus de la famille doivent présenter 2 bandes (génotypes hétérozygotes) ou une bande épaisse (génotypes homozygotes) car les autosomes se trouvent en double exemplaires chez les sexes or ce n'est pas le cas car l'électrophorèse de la famille montre une seule bande d'ADN chez le père P1 et les enfants E2 et E3. l'hypothèse est à rejeter .
Hypothèse 3 :l'allèle de la maladie est lié au sexe porté par X :
Dans ce cas les mâles présentent une seule bande donc un seul chromosome X et les femelles présentent 2 bandes donc 2 chromosomes X ce qui vérifié par l'électrophorèse .
Conclusion : l'allèle de la maladie est récessif porté par X .
P1 est normal et présente une seule bande devant l'allèle A1 donc l'allèle A1 correspond à l'allèle normal et A2 l'allèle de la maladie avec **A1 > A2 .**
P1 correspond au père qui est sain de génotype **XA1//Y.**
P2 correspond à une mère saine de génotype hétérozygote **XA1//A2** (car elle a donné un garçon malade) .
3°) *E1 présente 2 bandes minces devant les allèles A1 et A2 donc c'est une fille saine : **XAV/A2 .**
***E2** présente une seule bande mince devant l'allèle Al donc c'est un garçon sain : **XA1//Y**
***E3** présente une seule bande au niveau de A2 donc c'est un garçon atteint : **XA2//Y.**
***E4 :** présente une bande épaisse au niveau de A1 : il s'agit de 2 allèles normales **A1**donc c'est une fille saine de génotype homozygote **XA1//XA1 .**
4°) Le fœtus présente 2 bandes qui correspondent à l'allèle normal A1 et à l'allèle de la maladie A2 Donc c'est une fille saine de génotype **XA1//A2** : il est déconseillé d'interrompe la grossesse .

5°) L'arbre généalogique est :



Exercice N°10 :

1°)

Technique	**a**	**b**
Nom	Amniocentèse	Biopsie fœtale (Choriocentèse)
Moment	17ème semaines de grossesse	Du 8ème au 10ème semaines de grossesse
Principe	Elle consiste à aspirer par ponction à l'aiguille sous contrôle échographique une quantité du liquide amniotique (15 à 20 ml) dans lequel se trouvent des cellules du fœtus.	Prélèvement des cellules fœtales (villosités choriales) au moyen d'une pince ou cathéter introduite dans le col de l'utérus de la femme sous contrôle échographique .

2°) Ce caryotype présente 3 exemplaires de chrs 21 (2n+1=47 chrs) ,donc le fœtus est atteint d'une anomalie chromosomique (trisomie 21)

3°) a-

Exploitation	**Identification**
1 : petite cellule périphérique haploïde à n=2 chromosomes dupliqués.	Premier globule polaire
2 : noyau non accompagné de centriole	Pronucléus ♀
3 : noyau accompagné de centriole	Pronucléus ♂
4 : petite cellule haploïde ayant un chromosome simple	

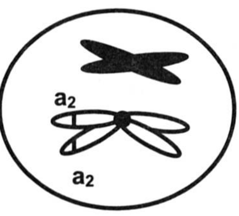
• Le pronucléus ♀ présente une garniture chromosomique anormale : présence de deux chromosomes 21 alors que le pronucléus ♂ présente une garniture chromosomique normale (présence d'un seul chromosome 21) → cette anomalie est d'origine maternelle : elle s'est produite au cours de l'ovogenèse.
• Le 1er globule polaire présente un chromosome 21, alors que le 2ème globule polaire ne contient pas un chromosome 21, ce qui confirme que cette anomalie s'est produite au cours de la division équationnelle : cette anomalie est expliquée par la non séparation des deux chromatides sœurs du chromosome 21 au cours de l'anaphase II de l'ovogenèse.
- Le fœtus sera une fille : la présence de deux chromosomes sexuels X.
- Le couple d'allèle (a_1, a_2) est porté par le chromosome sexuel X.

b-

Pronucléus femelle



Pronucléus mâle



c- Les génotypes des parents et le fœtus : *la mère: Xa1Xa2 * le père: Xa2Y *le fœtus : Xa1Xa2

L'ESSENTIEL DU COURS

Idée de l'évolution (théorie de l'évolution) : Les êtres vivants dérivent les uns des autres par des transformations graduelles de leurs structures au cours des temps à partir d'un ancêtre commun.

I/ Les arguments de l'évolution :

a- Données de l'anatomie comparée :

La ressemblance ou homologie d'organes (membres, coeurs, ...) entre divers vertébrés, fonde la notion d'**organes homologues** cela suppose l'existence d'un **ancêtre commun** à tous les vertébrés. Les différences constatées par des mutations affectant le modèle ancestral

b- Données embryologiques :

La ressemblance des embryons des vertébrés suppose une **origine commune** et l'existence d'un **ancêtre commun.** Les poissons constituent les formes les plus primitives des vertébrés .

c- Données moléculaires :

Les ressemblances de molécules **homologues** (hormones, enzymes, protéines, ...) assurant une même fonction biologique. Ces ressemblances supposent l'existence d'une **molécule ancestrale.** chez un **ancêtre commun** codée par un **gène ancestral** donc une origine commune. Les différences sont expliquées par des **mutations** affectant le gène ancestral et conduisant à des **gênes homologues.**

II/ Mécanismes de l'évolution :

1°) Les mutations génétiques :

a- Les mutations géniques :

Changement au niveau de la séquence d'ADN (substitutions, délétions ou additions de bases azotées) ce qui engendre de **nouveaux allèles** d'où la diversité ou **polymorphisme** au sein de l'espèce. Pas de changement de caryotypes.

b- Les mutations chromosomiques :

b1 : changement du nombre des chromosomes :

***Exemple 1 : Cas de la drosophile : Fusion** de paires de chromosomes donc changement du nombre des chromosomes

***Exemple 2 : Cas du blé : La Polyploïdie :** Multiplication du stock chromosomique de 2n à. 4.6n........

Le changement du nombre de chromosomes entraine l'apparition des **nouvelles espèces** : c'est la **spéciation.**

b2 : changement de la structure des chromosomes :

Multiplication d'un gène par **duplication** accompagnée de **mutations (**et dans certains cas de **transposition des gènes) .** Pas de changement du nombre des chromosomes.

2°) La sélection naturelle :

Tri effectué par les conditions de l'environnement en faveur des formes les plus aptes à survivre et à se reproduire. Les formes qui ne s'adaptent pas sont éliminées.

La sélection naturelle tend à augmenter ou à diminuer la fréquence d'un allèle selon sa valeur adaptative avec les conditions du milieu.



III/ La spéciation :

La spéciation est l'ensemble des processus qui aboutissent à l'apparition de nouvelles espèces à partir d'une espèce originelle une barrière géographique (bras de mer , glaciations , changement climatique.........) conduit au partage de l'espèce ancestrale en deux ou plusieurs populations dont chacune va subir une évolution indépendante de l'autre population. Les mutations géniques, chromosomiques, et la sélection naturelle peuvent conduire à l'isolement reproductif donc la création de nouvelles espèces.

L'isolement reproductif peut être la conséquence d'un isolement écologique, isolement saisonnier. isolement éthologique, isolement génétique.

La spéciation allopatrique se déroule en 4 étapes :

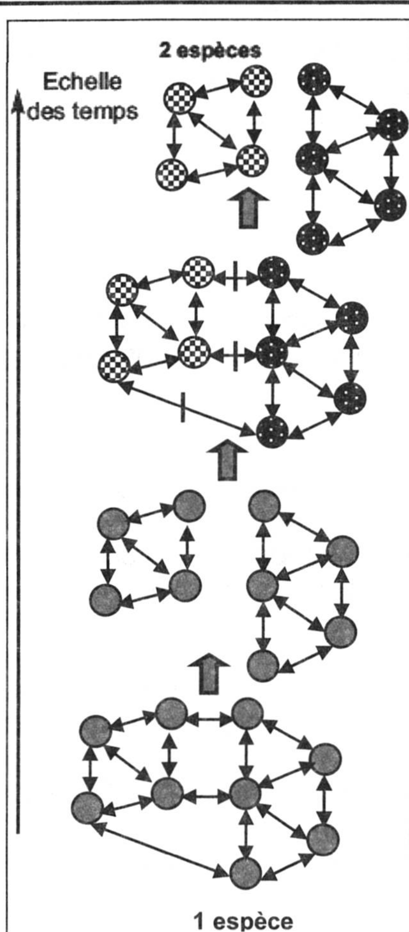
*séparation de 2 groupes d'individus d'une même espèce (isolement géographique).
*adaptation de ces 2 groupes à leurs milieux d'où la divergence génétique .
*isolement reproductif : impossibilité de croisement entre les 2 populations .
*l'indépendance entre les 2 populations et chacune continue à évoluer et envahir leurs aires géographiques .

4- coexistence des populations des 2 espèces sur le même territoire.

3- les 2 groupes de populations isolés reviennent en contact.

2- séparation et isolement géographique de 2 groupes de populations (2 milieux de vie)

1- population d'une même espèce (1 milieu de vie)



2 nouvelles espèces avec des caractères différents: morphologiques, anatomiques, physiologiques, chromosomiques, biochimiques, éthologiques et écologiques.

Acquisition de l'isolement reproductif : les 2 espèces séparées rendent impossibles les échanges génétiques; les croisements entre individus des 2 espèces donnent une descendance non viable ou stérile.

Différenciation génétique lente et indépendante dans chaque groupe de populations ; la divergence génétique s'accentue au cours du temps et conduit à des patrimoines génétiques adaptés chacun, par sélection naturelle, à des conditions différentes de milieu de vie.

Echange génétique entre populations : les flèches montrent que les croisements sont possibles entre individus qui se déplacent d'une population à l'autre.
→ diversification au sein de l'espèce, polymorphisme.

Les étapes de l'évolution des pinsons

EXERCICES

Exercice N°1 :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

Espèce A : TTACGGTCAT
Espèce B : TCACTGTCAT
Espèce C : TAAGGGTGTT

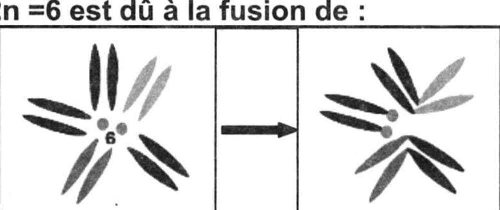
1°/ Comparaison de séquences d'ADN de gènes homologues. En supposant que cette séquence sait significative pour l'établissement de parenté, on peut dire que :

- **a-** les 3 gènes ont une origine commune.
- **b-** A est plus proche de B que de C.
- **c-** la différence entre les séquences s'explique par amplification génique.
- **d-** la différence entre les séquences s'explique par des duplications.

2°/ Les fentes branchiales :

- **a-** sont utiles chez les reptiles adultes.
- **b-** apparaissent chez tous les embryons de vertébrés.
- **c-** apparaissent uniquement chez les tétrapodes (= vertébrés terrestres).
- **d-** apparaissent chez les poissons au cours du développement embryonnaire et persistent chez la forme adulte.

3°/ Le passage du caryotype de la drosophile de 2n = 12 à 2n =6 est dû à la fusion de :



- **a-** 4 paires de chromosomes en 2 paires.
- **b-** 6 paires de chromosomes en 3 paires.
- **c-** 12 chromosomes homologues 2 à 2 en 6 chromosomes homologues 2 à 2.
- **d-** 8 chromosomes en deux.

4°/ Dans une espèce, l'ensemble des gènes d'une famille multigénique :

- **a-** constitue des allèles.
- **b-** constitue une même protéine.
- **c-** dérive d'un gène ancestral unique.
- **d-** se trouve sur le même chromosome.

5°/ Deux organes sont dits homologues lorsqu'ils :

- **a-** sont identiques.
- **b-** assurent la même fonction.
- **c-** ont la même origine évolutive.
- **d-** ont le même plan d'organisation.

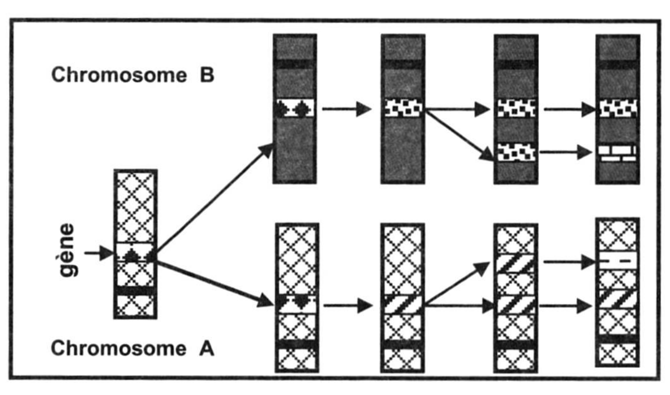
6°/ A la suite de l'industrialisation, les troncs des bouleaux de certaines régions d'Angleterre sont devenus plus foncées. On constate que les phalènes de bouleau, ont évolué aussi vers des formes plus foncées. Ceci s'explique par le fait que :

- **a-** Les oiseaux rattrapent plus de phalènes foncés.
- **b-** Les phalènes absorbent de la suie et noircissent.
- **c-** Les oiseaux éliminent d'avantage de phalènes claires.
- **d-** La suie a provoquée une mutation chez les papillons clairs.

7°/ Chez l'homme, il ya 4 gènes codant pour 4 chaines légèrement différents d'hémoglobine. Ces gènes seraient formées par :

- **a-** une amplification génique.
- **b-** une mutation chromosomique.
- **c-** la polyploïdie.
- **d-** le brassage inter chromosomique.

8°/ Le document ci-contre représente l'histoire évolutive des gènes codant pour la lactico-déshydrogénase. On peut déduire que le gène ancestral a subit :



- **a -** 2 D + 1 T + 3 M
- **b -** 2 D + 1 T + 4 M
- **c -** 3 D + 0 T + 4 M
- **d -** 3 D + 1 T + 4 M

D : Duplication
T : Transposition
M : Mutation

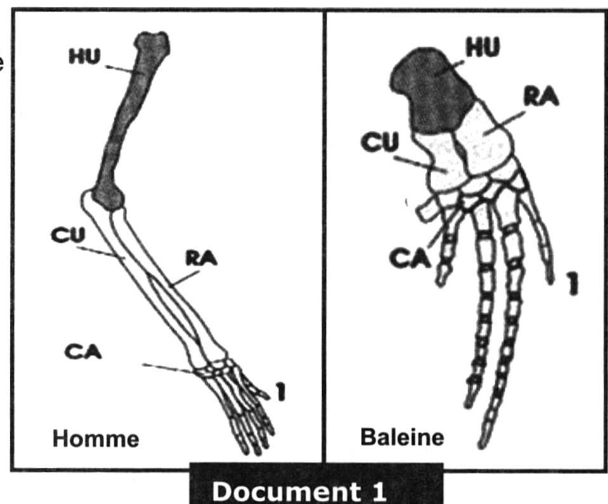
9°/ L'ordre chronologique des étapes de la spéciation est :

- **a-** population d'une même espèce (même niche écologique) - isolement géographique — mutations et sélection naturelle — isolement reproductif.
- **b-** population d'une même espèce (même niche écologique) - mutations et sélection naturelle - isolement reproductif — isolement géographique
- **c-** isolement géographique - mutations et sélection naturelle - isolement reproductif- population d'une même espèce (même niche écologique).
- **d-** isolement reproductif - population d'une même espèce (même niche écologique) – isolement géographique — mutations et la sélection naturelle.

<u>Exercice N°2 :</u>

I/ L'évolution biologique est une théorie qui a d'abord été argumentée par la comparaison des structures et des plans d'organisation des organes des vertébrés.
Le document 1 représente les schémas de squelettes des membres antérieurs de 2 vertébrés (Homme et Baleine)

<u>On donne :</u> **HU : humérus ; CU : cubitus ; RA : radius ; CA : carpe**



Document 1

1°) Dégagez les ressemblances entre ces organes . Que peut-on déduire ?
2°) Dégagez les différences entre les organes ? Concluez.

II/ Le tableau du document 2 traduit le nombre d'acides aminés communs entre les chaines polypeptidiques d'une protéine (P) constituée de 15 acides aminés chez 4 espèces A, B ,C et D.

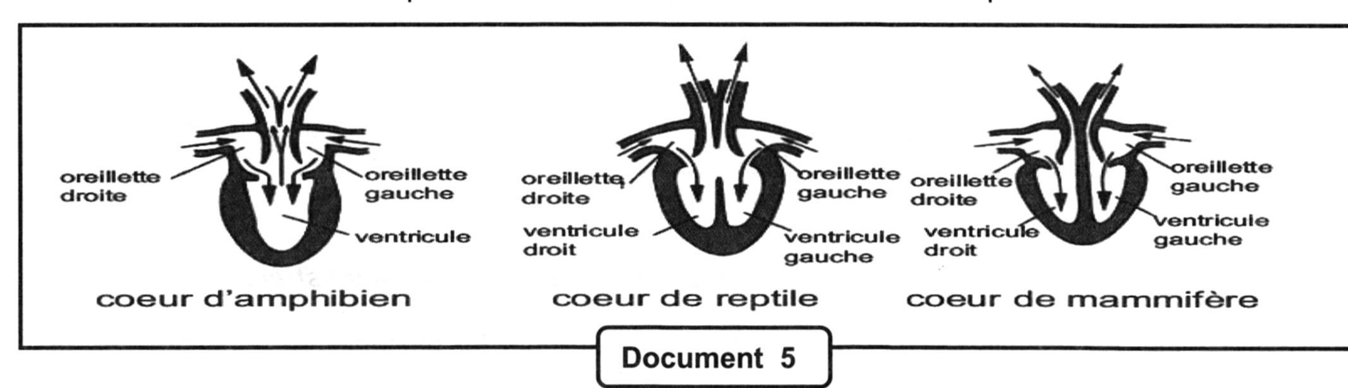
1°) Quelles conclusions peut-on dégager de ce tableau ?
2°) Représentez tout en justifiant votre réponse l'arbre phylogénique des 3 espèces A, B et D

A	**7**		
B	**12**	**10**	
C	**10**	**12**	**13**
	D	**A**	**B**

Document 2

Exercice N°3 :

I/ Le document 5 ci-dessous représente la schématisation du cœur des 3 espèces de vertébrés .



Document 5

Quelles conclusions peut-on dégager à partir de la comparaison des cœurs de ces 3 espèces .

II/ Soit le texte suivant :

Durant la dernière glaciation du quaternaire , le climat général en Europe est devenu trop froid et trop sec pour de nombreuses espèces adaptées aux climats tempérés .
*Certaines ont refugiées vers des zones aux climats plus doux comme le sud de l'Italie ou le sud de Balkans .C'est le cas d'une espèce ancestrale de **papillon Z** divisée en deux sous- ensembles .*
*A la fin de la période de glaciation , les aires de répartition des papillons s'étendent à nouveau vers le nord , jusqu'à se rencontrer au niveau de la plaine de **Pô** (Nord de l'Italie) mais ne sont plus interféconds .*

En exploitant les données de ce texte et en se référant à vos connaissances :
1°) Identifiez le processus évolutif mis en évidence par ce texte .
2°) Donnez les étapes de l'évolution des papillons .

Exercice N°4 :

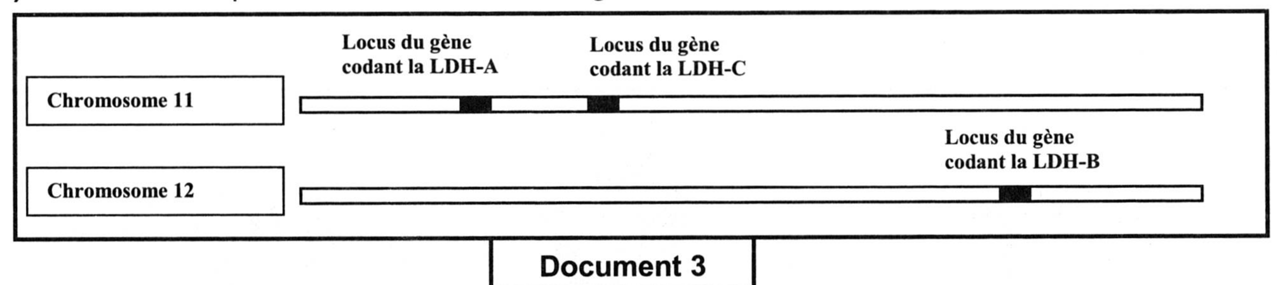
La lactico-déshvdrogénase **(LDH)** est une enzyme constituée par l'association de quatre chaînes polypeptidiques qui peuvent être identiques ou non.
Chez l'Homme, il existe trois types de chaînes **(LDH-A, LDH-B et LDH-C)** .
1°) Le document 2 présente les séquences partielles d'acides aminés des chaînes polypeptidiques **LDH-A, LDH-B et LDH-C** humaine.

	209 … 234
LDH-A	G V S L K T L H P D L G T D K D K E Q W K E V H K Q
LDH-B	- - - - Q E - N - E M - - - N - S - N - - - - - - - M
LDH-C	- - A - - - - D - K - - - - - S - - - H - - N I - - -

Document 2

N.B :
**Chaque lettre correspond à un acide aminé .*
Les tirets correspondent aux acides aminés communs à la séquence de référence **LDH-A.*
Question : Quelles conclusions pouvez vous dégager à partir de la comparaison de ces séquences ?

2°) Le document 3 présente la localisation des gènes de la LDH sur les chromosomes de l'homme.



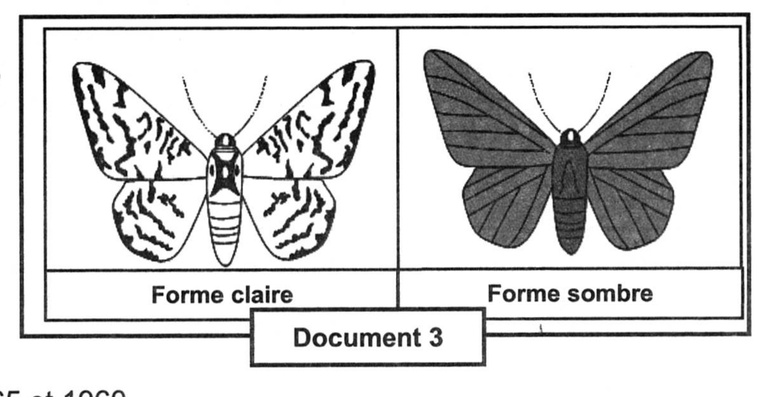
Document 3

N.B : ***On suppose que le locus de gène B dérive directement du gène ancestral .***

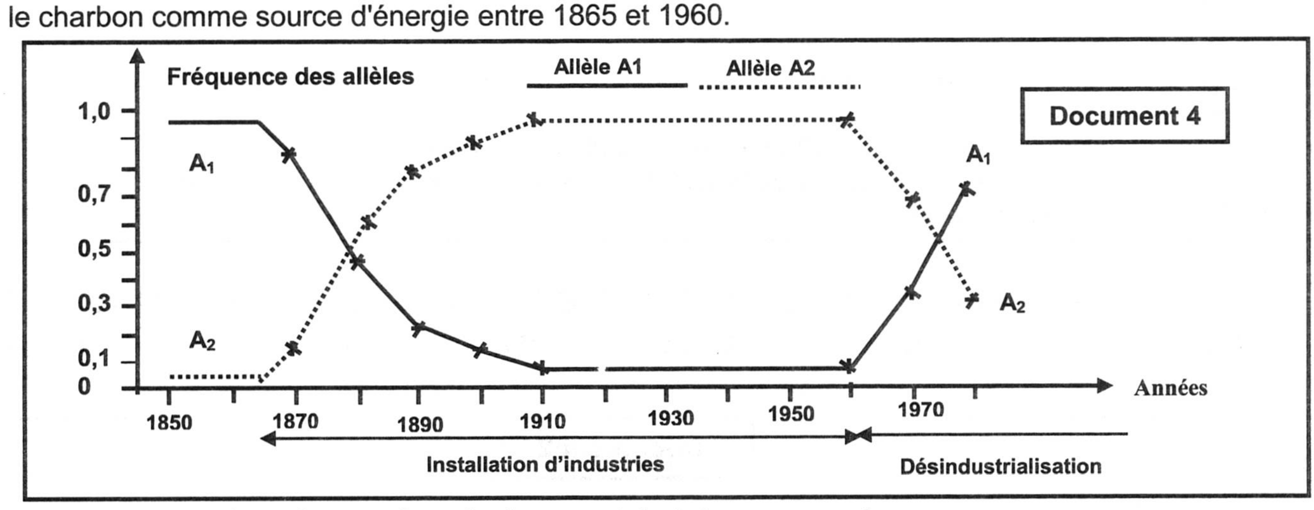
a- En utilisant les documents 2 et 3 et vos connaissance expliquez les mécanismes génétiques assurant l'emplacement de trois gènes sur les chromosomes 11 et 12.
b- Proposez un modèle (schéma) possible de l'histoire évolutive des gènes qui codent la lactico-déshydrogénase chez l'homme.

Exercice N°5 :

Chez la phalène de bouleau (Biston betularia), on connait deux formes phénotypiques : forme typica (claire) contrôlée par l'allèle **A1** et forme carbonaria (sombre) contrôlée par l'allèle **A2** (Document 3) Le document 4, montre l'évolution de la fréquence des allèles $\mathbf{A_1}$ **et A2** entre 1850 et 1980 dans une région de l'Angleterre, caractérisée par l'installation d'industrie polluante utilisant le charbon comme source d'énergie entre 1865 et 1960.



Document 3



A partir d'une analyse des courbes du document 4 et de vos connaissances :
1°) expliquez l'évolution de la fréquence de chacun de ces allèles.
2°) déduisez le nom et l'importance du phénomène mis enjeu dans l'évolution des espèces.

Exercice N°6 :

L' hypophyse postérieure (post hypophyse) des vertébrés secrète des neuro hormone peptidiques jouant un rôle dans la régulation de la concentration du milieu intérieur, la contraction des fibres musculaires… Le document 3 présente quelques hormones post hypophysaires de divers groupes de vertébrés actuels et l'âge approché de l'apparition de ces groupes.

Document 3	**Groupes**	**Hormones**	**Âge des plus anciens fossiles connus**
Poissons osseux	à branchies seules (requins) à branchies et poumons**	**AVT** **AVT, OT**	420 millions d'années 380 millions d'années
Batraciens (amphibiens)		**AVT, OT**	360 millions d'années
Reptiles		**AVT, OT**	300 millions d'années
Mammifères		**AVT, OT, ADH**	190 millions d'années

** certains poissons de mares temporaires possèdent en même temps des branchies et des poumons.

Remarque : AVT = vasotocine. **OT=** ocytocine **ADH=**hormone antidiurétique.

Le document- 4 montre la séquence complète des acides aminés de ces hormones peptidiques.

Document 4

Vasotocine	**Cys**	**Tyr**	**Ile**	**Gln**	**Asp**	**Cys**	**Pro**	**Arg**	**Gly**
Ocytocine	**Cys**	**Tyr**	**Ile**	**Gln**	**ASp**	**Cys**	**Pro**	**Leu**	**Gly**
ADH	**Cys**	**Tyr**	**Phe**	**Gln**	**Asp**	**Cys**	**Pro**	**Arg**	**Gly**

1°) Exploiter ces documents. En quoi suggèrent-ils une parenté des molécules étudiées.

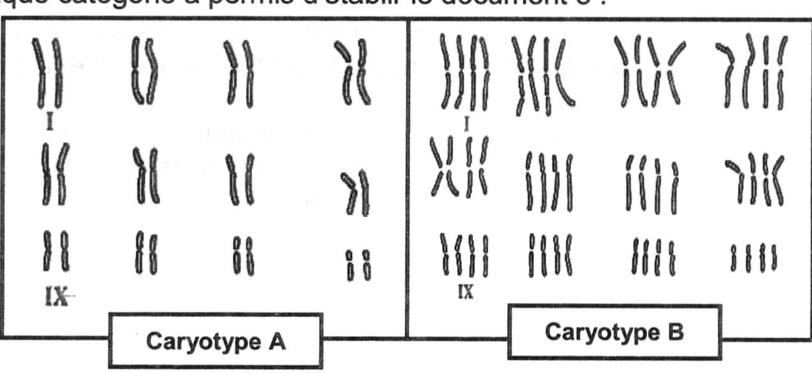
2°) Quelles hypothèses peuvent -on proposer quant à l'origine et à l'évolution des gènes dirigeants la synthèse de ces hormones.

Exercice N°7 :

La rainette *Hylaversicolor* est connue depuis fort longtemps dans l'est de l'Amérique du Nord. Pendant la période de reproduction, comme chez les grenouilles et les crapauds, la fécondation externe est favorisée par la formation des couples, la femelle rejoignant le mâle qui chante. En 1950, en étudiant le chant d'appel des mâles, on s'est aperçu que l'on pouvait distinguer parmi ces rainettes morphologiquement semblables, 2 catégories à répartition géographique différente. Des croisements effectués en laboratoire, à partir de populations de chaque catégorie, ont fourni des descendants généralement stériles. La réalisation des caryotypes A et B de chaque catégorie a permis d'établir le document 3 :

1°) Définissez le phénomène qui a donné naissance à ces 2 espèces de rainettes.

2°) En s'appuyant sur l'étude de ces différentes données , dégagez trois facteurs qui assurent l'isolement reproductif de deux espèces de rainettes.



CORRECTION

Exercice N°1 :

1	2	3	4	5	6	7	8	9
a-b	b-d	b-c	c	c-d	c-d	a-b	d	a

Exercice N°2 :

I/ 1°) Les ressemblances :

*le membre antérieur de l'homme et la nageoire du baleine sont bâtis sur le même plan d'organisation puis qu'ils sont formés des mêmes segments osseux (humérus, radius et cubitus, carpiens, métacarpiens et phalanges)

* le membre antérieur de l'homme et la nageoire du baleine sont des organes homologues

Déduction : cette homologie plaide en faveur d'une filiation entre ces deux mammifères et suggère une origine commune donc un ancêtre commun .(existence d'un organe ancestral)

2°) Les différences :

les os des segments du membre antérieur et la nageoire diffèrent par la taille et la forme .

les différences constatées sont dues à des mutations en rapport avec l'utilité de l'organe et le mode d'adaptation .

Déduction : les différences témoignent d'une transformation progressive à partir d'un organe ancestral (généralement d'origine aquatique) dans le sens d'une complexification d'où l'évolution .

II/

1°)

*le tableau montre des similitudes entre les acides aminés des 4 espèces (entre 7 et 13) ceci prouve qu'il y a un lien de parenté moléculaire (filiation)d'où l'existence d'une molécule ancestrale codée par un gène ancestral.

*on peut dresser un tableau des différences des acides aminés entre ces 4 espèces (A, B, C et D) .

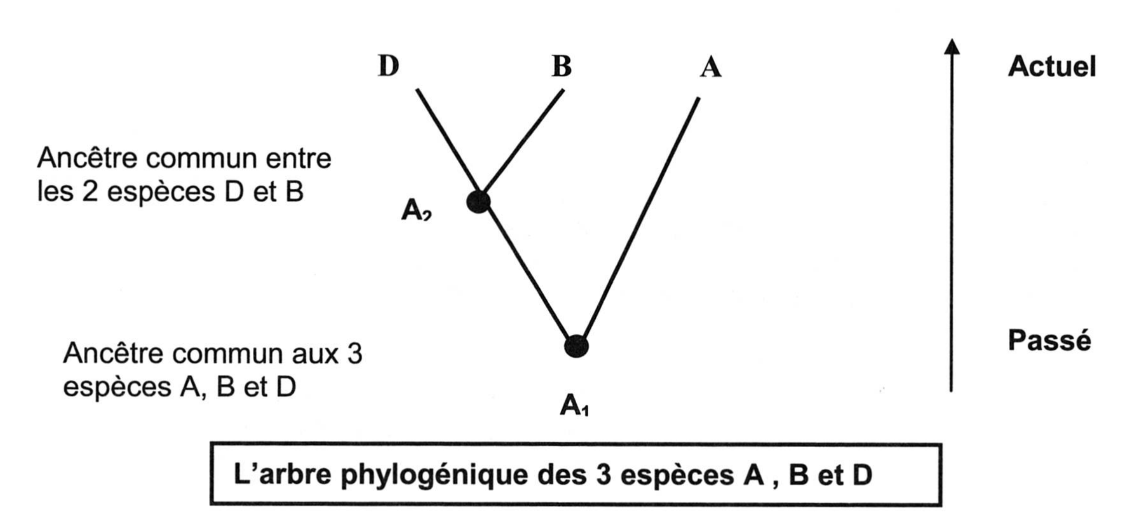
A	**8**		
B	**3**	**5**	
C	**5**	**3**	**2**
	D	**A**	**B**

Ces différences montrent qu'il y a des mutations affectant le gène ancestral conduisant à des molécules des 4 espèces d'où l'idée de l'évolution .

2°) on peut tracer l'arbre phylogénique des 3 espèces (A, B et D) selon le principe suivant :
« *Plus le nombre de différences dans la séquence en acides aminés est élevé faibles , plus le degré de parenté est faible et plus l'ancêtre commun est loin dans le temps et inversement* » d'où le tableau des différences des acides aminés entre ces 3 espèces (A, B et D) .

	A	B
D	8	3
B	5	0

*le nombre de différences entre A et D est plus élevé que le nombre de différences entre B et A donc B est localisé entre D et A .



L'arbre phylogénique des 3 espèces A , B et D

Exercice N°3 :

I/ - Comparaison des 3 cœurs :

- **Similitude :** ces trois cœurs se sont des pompes de sang formés par des loges .

Conclusion : organes homologues prouve la présence d'une filiation entre ces vertébrés **d'où** l'existence un ancêtre commun

- **Différences :** nombre de loges :

* chez amphibiens, 2 oreillettes et un ventricule donc le sang artériel se mélange avec le sang veineux dans le ventricule.
* chez les reptiles, deux oreillette et 2 ventricules à cloison incomplète capable de séparer le sang veineux du sang artériel.
* chez les mammifères, deux oreillettes et deux ventricules complètement séparés par une cloison séparation des sangs, artériel et veineux

conclusion : cette diversification est due à des transformations par mutations affectant l'ancêtre commun. Présence de complexification qui donne une idée sur l'ordre chronologique d'apparition de ces trois vertébrés du plus primitif à cœur le plus simple au plus évolué à cœur le plus complexe.
Cet ordre est : amphibiens ⟶ reptiles enfin les mammifères **.**

II/ 1°) Deux sous-ensembles de l'espèce ancestrale Z se sont séparés, l'une au sud de l'Italie l'autre au sud des Balkans à cause de la glaciation en Europe. A la fin de la glaciation, ils se rencontrent de nouveau mais sont devenus inter-stériles. Le processus mis en évidence par ce texte est la spéciation.

2°) Les étapes de l'évolution des papions est :

1- Avant la glaciation du quaternaire, les deux sous-ensembles appartiennent à la même espèce ancestrale de papillons Z et colonisent l'Europe. Entre ces deux sous-ensembles, qui sont interféconds, il y a des échanges génétiques.

2- A cause du climat devenu très froid et sec, migration de ces deux sous-ensembles vers deux milieux géographiques différents à climat plus doux. Différenciation génétique lente et indépendante des deux sous-ensembles. Formation de deux patrimoines génétiques adapté, chacun, par sélection naturelle, à des conditions différentes de milieu de vie.

3- A la fin de la période de glaciation, les aires de répartition des deux sous-ensembles s'étendent à nouveau vers le nord. Ils se rencontrent de nouveau dans la plaine de Pô mais ils ne sont plus interféconds (isolement reproductif).

4- Ces deux sous-ensembles coexistent sur le même territoire mais ne constituent plus la même espèce.

Exercice N°4 :

1) * Ressemblances :

Le document montre que sur les 25 acides aminés qui composent le fragment de la molécule LDH, beaucoup sont semblables. Le tableau ci-contre montre le nombre des différences entre les espèces prises deux à deux .

LDH	Nombre de différences
A-B	9
A-C	7
B-C	12

Les séquences d'acides aminés présentant de fortes ressemblances .

*semblables dans leur structure ces molécules donc homologues.

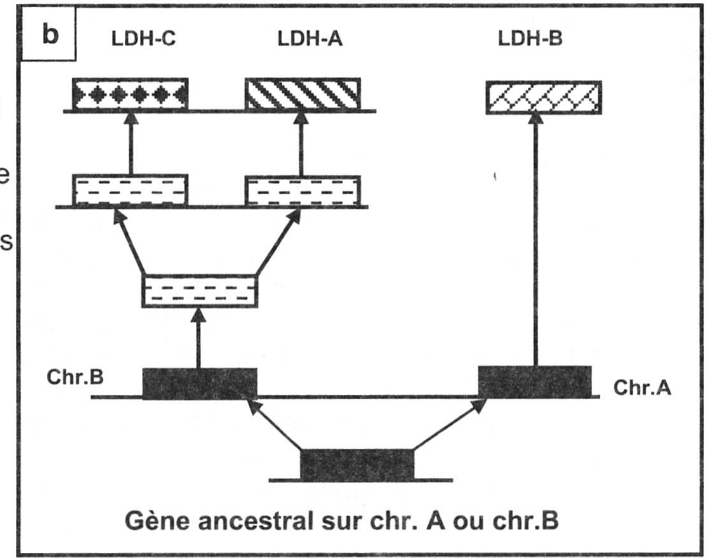
*Cette similitude entre les molécules résulte d'une similitude dans la séquence des nucléotides de l'ADN qui les a codé. Les gènes qui codent pour ces molécules sont donc homologues .

*Cette homologie entre les gènes suggère qu'ils dérivent d'un même gène ancestral

*** Différences :**

Selon le principe : « plus le nombre de différences entre 2 molécules de LDH est faible plus le lien de parenté entre les espèces qui possèdent ces 2 molécules est élevé et plus leurs ancêtre commun est proche dans le temps et inversement » . et en se basant sur les différences entre les séquences des molécules., on peut déduire que A et C (possèdent un nombre de différences le plus faible) sont plus proches que A et B qui sont eux mêmes plus proches que B et C (possèdent le nombre de différences le plus élevé) Ceci nous amène à dire que l'apparition de A et C est plus récente que l'apparition de B. C'est à dire que A et C dérivent d'un gène ancestral commun récent alors que B dérive d'un gène ancestral plus ancien.

2°) a- Le document 3 présente la localisation des gènes sur les chromosomes. On constate que A et C sont côte à côte sur le même chromosome Cela confirme le fait qu'ils dérivent tous deux d'un gène ancestral récent Le gène B est sur un autre chromosome. On en déduit qu'il provient d'un gène ancestral plus ancien. Ces conclusions nous amènent à émettre l'hypothèse que les apparitions successives de nouvelles hormones au cours de l'évolution sont dues à la duplication d'un gène ancestral, présent dans le groupe souche à partir duquel les autres groupes ont évolué, suivie de mutations dans la nouvelle copie du gène ce qui provoque des changements d'acides aminés en des positions précises de la chaîne .on peut considérer qu'il y a eu deux duplications successives et une transposition accompagnées de mutations dans les nouvelles copies de gènes.



Gène ancestral sur chr. A ou chr.B

Exercice N°5 :

1°)* Avant l'industrialisation (1850-1865) : la fréquence des allèles A1 qui contrôle le phénotype claire est élevée (10) alors que celle des allèles A2 qui contrôle le phénotype sombre est nulle.

Déduction : avant l'industrialisation l'écorce des arbres est blanchâtre donc la forme claire des papillons qui vivent sur l'écorce est mieux camouflée contre les prédateurs (oiseaux) d'où la forme claire est plus adaptée au milieu que la forme sombre.

***Après l'industrialisation : (1870-1960) :**
La fréquence des allèles **A1**diminue progressivement de 10 (année 1970) jusqu'à s'annuler vers l'année 1910 puis reste constante de 1910 à 1960 parallèlement la fréquence des allèles A2 augmente progressivement pour atteindre le maximun (10) vers 1910 puis reste constante de 1910 à 1960.
Déduction : le tronc d'arbre devient sombre (pollué par la fumée dégagée par les usines) ,dans ce cas la forme sombre de la phalène de bouleau devient plus camouflée contre les prédateurs donc plus adaptée au milieu que la forme claire .
Après 1960 s'il y a enlèvement des usines de pollution (désindustrialisation) la fréquence des allèles A1 augmente alors que la fréquence des allèles A2 diminue d'où on revient à l'état initial.
2°)* Le phénomène est la sélection naturelle .
La sélection naturelle est ainsi un processus orienté (fait un tri) qui favorise la survie des individus dont les phénotypes sont les mieux adaptés à un milieu donné.

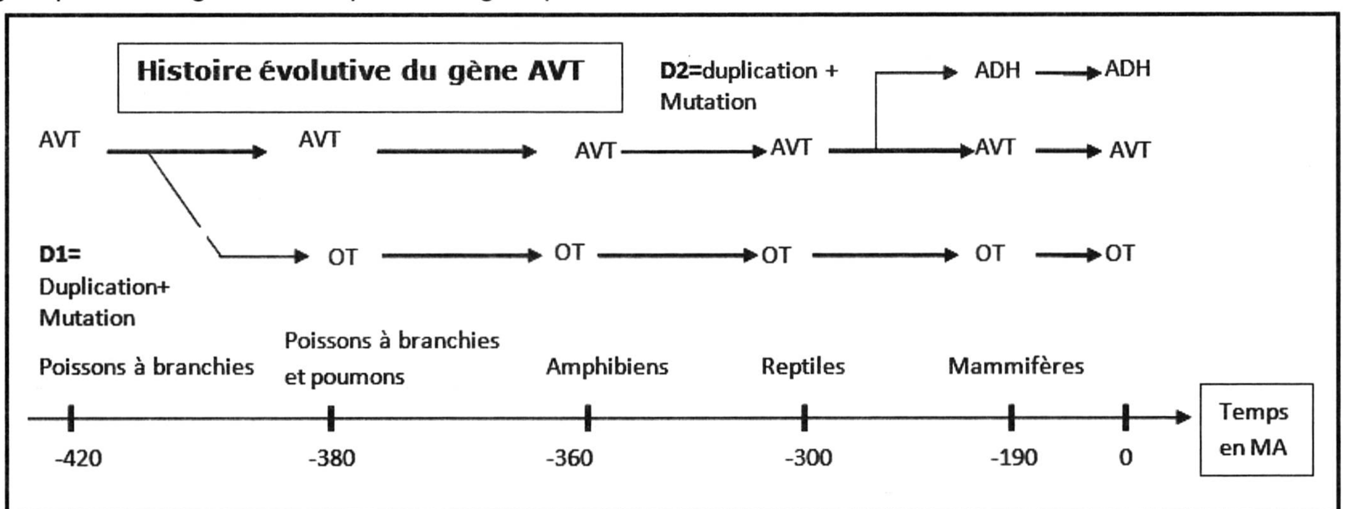
Exercice N°6 :

* **Ressemblances : Doc.4 :**
*Les 3 hormones sont de même taille se sont des nonapeptides (9 acides aminés) .
* Les 3 hormones ont commun 7 a.a ce qui fait une ressemblance de 78%.
Conclusion :
Les ressemblances constatées montre que AVT , OT et ADH sont **homologues .**
Elles ont une parenté moléculaire cel suggère qu'elles dérivent d'une **hormone ancestrale codée par un gène ancestral.**

	Nombre de différences	Positions
AVT- OT	1	8
AVT- ADH	1	3
OT- ADH	2	3 et 8

Hypothèse :
Les différences constatées sont expliquées par des mutations géniques affectant le gène ancestral et conduisant à des gènes homologues codant pour la synthèse d'hormones homologues .
Document 3 :
*Chez les poissons à branchies seules , l'hypophyse produit une seule hormone l'AVT et cela depuis 420 MA jusqu'à nos jours .
-**Hypothèse 1 :**
L'AVT représente l'hormone ancestral codée par un gène ancestral AVT:
Chez les poissons à branchies et poumons apparues jl y a 400 MA , l'hypophyse produit une nouvelle hormone OT à côté de l'hormone ancestral l'AVT .Etant donné que l'AVT et OT sont homologues , alors les gènes correspondant aussi homologues .
-**Hypothèse 2 :**
- Le gène d'OT résulte d'une duplication du gène AVT associé à une mutation génique provoquant le changement du 8ème a.a
-chez les Amphibiens et les reptiles se sont les mêmes hormones AVT et OT .
- L'apparition des mammifères depuis 190 MA coïncide avec la naissance d'une 3ème hormone : L'ADH homologue aux deux anciennes hormones AVT et OT .
Sachant que l'ADH diffère de l'AVT par un a.a et OT par 2 a.a alors la parenté d'ADH est forte avec AVT qu'avec OT .

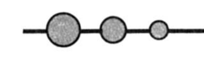
Hypothèse 3 :
Le gène d'ADH résulte d'une 2ème duplication du gène d'AVT associé à une mutation génique provoquant la substitution du 3ème a.a
Conclusion générale :
Le gène ancestral AVT a subit au cours de l'évolution deux duplications associées à des mutations géniques : il s'agit d'une amplification génique.



Exercice N°7 :

1°)
Espèce : est l'ensemble des organismes susceptibles de se reproduire entre eux et d'avoir des descendants interféconds.
Conséquences de l'isolement géographique est la spéciation La spéciation qui peut être la conséquence de divers événements de natures différentes comme l'isolement reproductif. La spéciation est l'ensemble des processus qui aboutissent à l'apparition de nouvelles espèces à partir d'une espèce originelle.
2°) le fait que des croisements soient possibles entre les 2 espèces montre qu'elles sont proches mais la stérilité de leurs descendants prouve qu'il s'agit d'espèces différentes.
Le caryotype de l'espèce A montre 24 chrs alors que celui de l'espèce B 48 chrs dont l'aspect suggère qu'ils résultent d'un dédoublement du nombre de chrs de l'espèce A.
*A et B diffèrent donc par leur nombre de chromosomes .
De plus les espèces A et B présentent un chant d'appel différent donc n'arrivent pas à s'identifier donc elles n'arrivent pas à se reproduire d'où l'isolement reproductif mais des croisements restent possibles au laboratoire mais les descendants sont stériles.

DEVOIRS



DUREE : 2 H

EPREUVE -1-

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (12 points)

A / QCM :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) : 0,5 x 8 = 4

1°/ La prostate :

- **a-** intervient dans la formation du sperme.
- **b-** intervient dans la formation des spermatozoïdes.
- **c-** est une glande endocrine.
- **d-** est une glande exocrine.

2°/ Le follicule tertiaire se caractérise par rapport au follicule secondaire par :

- **a-** la présence de quelques cavités dans la granulosa .
- **b-** la formation de la zone pellucide.
- **c-** l'apparition des thèques .
- **d-** la différenciation des thèques.

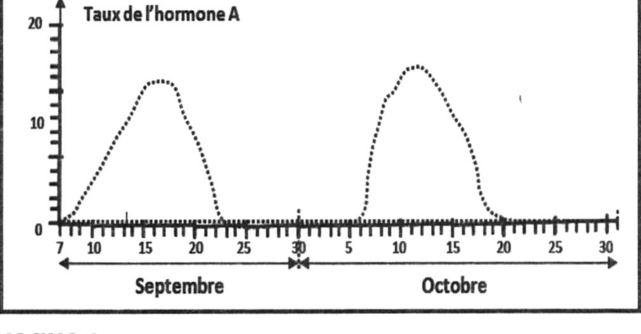
3°/ En considérant que Q (ADN) correspond à 2n chromosomes simples, alors :

- **a-** l'ovocyte I possède Q (ADN) .
- **b-** l'ovocyte I possède 2Q (ADN) .
- **c-** le premier globule polaire possède Q/2 (ADN) .
- **d-** le deuxième globule polaire possède Q/2 (ADN) .

4°/ Les points communs entre la folliculogenèse et l'ovogenèse sont :

- **a-** ne se termine qu'en cas de fécondation.
- **b-** débutent depuis la vie fœtale.
- **c-** se déroulent en partie dans l'ovaire.
- **d-** présentent une période de repos.

5°/ Le document ci –contre représente la variation du taux plasmatique d'une hormone ovarienne A pendant une période comprise entre 7 Septembre et 30 octobre :

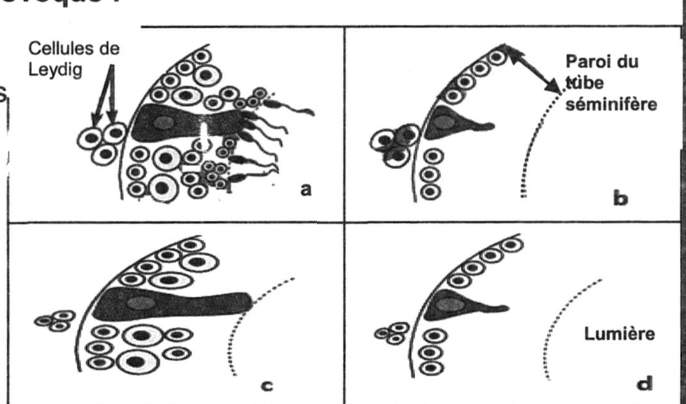


- **a-** l'hormone A est l'œstradiol.
- **b-** la durée du cycle est de 26 jours.
- **c-** la date de l'ovulation du mois d'octobre est le 6 octobre.
- **d-** la durée du cycle est de 28 jours .

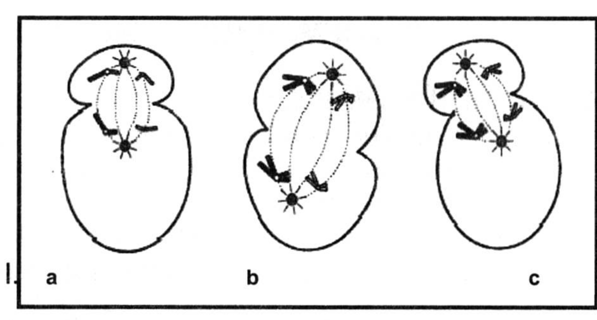
6°/ La destruction des cellules de Sertoli provoque :

- **a-** une hypersécrétion de la F.SH.
- **b-** une hyposécrétion de la F.S.H.
- **c-** une hypertrophie des tubes séminifères.
- **d-** une atrophie des tubes séminifères.

7°/ Le document ci-après, montre des coupes microscopiques d'une portion de testicules de quatre sujets différents. La coupe qui correspond au testicule d'un sujet pubère et qui a reçue une perfusion d'inhibine est :



8°/ Le document ci -contre représente des schémas simplifiés de trois cellules notées a ; b et c en division au cours de la gamétogenèse.



A partir de ce document, on constate que :

a- La cellule (c) est une ovogonie.

b- La cellule (a) est un ovocyte II en anaphase II.

c- La cellule (b) est un spermatocyte I en anaphase I.

d- la cellule (c) est un ovocyte I bloqué en prophase I

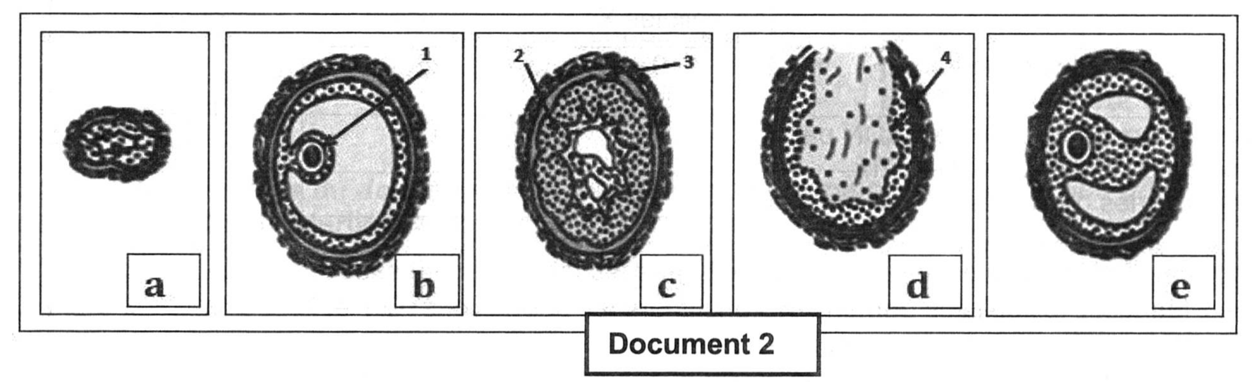
B/ Reproduction chez la femme :

1°) L'échographie endovaginale est l'examen utilisé par les médecins pour suivre l'évolution de l'épaisseur de l'endomètre par jour du cycle . Réalisé chez une femme normale de 25 ans pendant les mois d'Octobre et de Novembre , on obtient le tracé du **document 1 (feuille à rendre)**

a- Délimitez sur la courbe les différentes phases d'un cycle tout en justifiant la réponse . 0,75

b- Représentez par des schémas légendés l'aspect de l'endomètre pendant les jours 8 et 21. 1

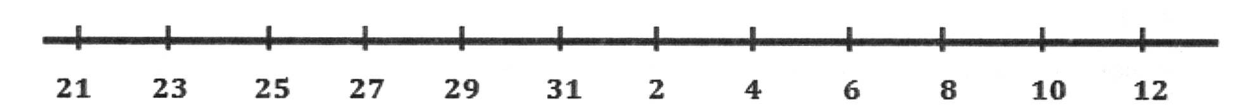
2) Le document 2 représente l'évolution des structures ovariennes au cours d'un cycle ovarien



Document 2

a- Nommez et annotez les structures a , b , c , d et e en rapportant les lettres et les numéros sur votre copie . 1

b- Reproduisez le document 4 suivant sur votre copie sur lequel vous placer les lettres. a , b ,c, d et e dans l'ordre chronologique durant la période située entre le 21 octobre et 11 novembre . 0,75



c- Citez les hormones sécrétées par les structures b, c et e . 0,75

d- Représentez dans un système d'axes le profil de sécrétion de ces hormones dans l'intervalle du temps entre 21 Octobre et 11 Novembre . 1,25

e- Mettre en relation la variation du taux plasmatique des hormones ovariennes et l'évolution de la muqueuse utérine afin : 1,5

- ➢ de dégager le rôle des hormones ovariennes.
- ➢ d'expliquer le déterminisme de la menstruation .

3°) Faite un schéma qui représente les étapes de l'ovogenèse montrant le devenir de l'élément X dans un cycle fécond en utilisant 2n=4 chromosomes. (feuille à rendre) . 1

DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (8 points)

REPRODUCTION HUMAINE :

On se propose d'étudier les relations entre les testicules et le complexe hypothalamo-hypophysaire. Pour ce faire on réalise des études expérimentales sur deux sujets A et B dont l'un est stérile et **souffre d'une seule anomalie**.

A/ Les dosages des quantités d'ADN contenues dans trois catégories de cellules germinales de testicules chez les deux sujets, ont donné les résultats dans les tableaux ci-dessous.

Sujet A	Population de cellules X	Population de cellules Y	Population de cellules Z
Nombres de cellules (Unités arbitraires)	12	6	3
Pourcentage de la quantité d'ADN par rapport à celle d'une cellule à 2n chromosomes dupliqués	25%	50%	100%

Sujet B	Population de cellules X	Population de cellules Y	Population de cellules Z
Nombres de cellules (unités arbitraires)	0	6	3
Pourcentage de la quantité d'ADN par rapport à celle d'une cellule à 2n chromosomes dupliqués	-	50%	100%

1°) A partir de l'exploitation des résultats figurant dans les tableaux ci-dessus :

- Identifiez les cellules germinales constituant les populations X, Y et Z. 1,5
- Précisez lequel des deux sujets est stérile ? 0,5

2°) Emettez trois hypothèses expliquant la cause de stérilité du sujet concerné.

B/ Pour tester la validité des hypothèses émises précédemment, des dosages des gonadostimulines sont réalisés chez le sujet stérile.
Le **document 3** montre les concentrations plasmatiques de LH et de FSH (en UI/L).

Document 3	**LH**	**FSH**
Concentration plasmatique des hormones chez le sujet stérile	$\leq 0,9$	$\leq 0,4$
Concentration plasmatique des hormones chez un individu témoin.	2 à 10	1 à 2

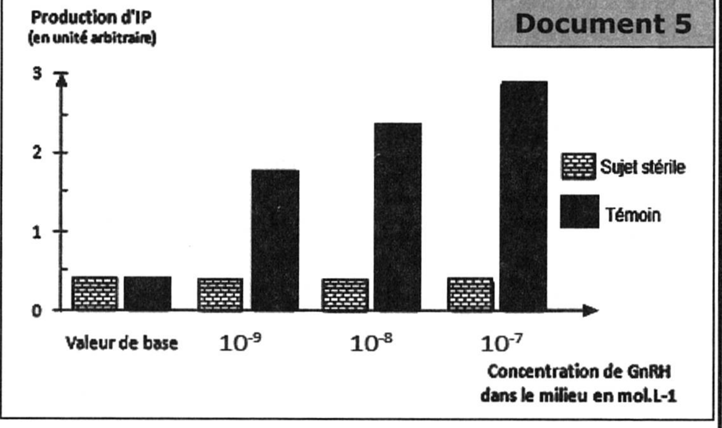
1°) Exploitez les résultats du tableau du document 4 en vue de préciser la ou les hypothèses restante(s) valable (s) chez ce sujet. 0,75

2°) Certains patients présentent les mêmes symptômes que le sujet stérile. Ces patients reçoivent un traitement par injection de GnRH toutes les deux heures. On mesure chez ces patients la concentration de LH et de la testostérone avant et pendant le traitement.
On fait suivre le même traitement pour le sujet stérile. Les résultats sont représentés dans le document 4 ci-dessous :

Document 4	Concentration plasmatique de LH	Concentration plasmatique de testostérone (ng/ dl)
Avant injection de GnRH	LH (UI/L) ; 0 ; 5 ; Temps en heures : 0 2 4 6 8 10 12 14	63
Après injection pulsatile de GnRH	LH (UI/L) ; 0 ; 10 ; 20 ; 30 ; 40 ; Temps en heures : 0 2 4 6 8 10 12 14	500
Traitement identique chez le sujet stérile	**La concentration plasmatique de LH reste anormalement basse.**	**La concentration plasmatique de testostérone reste anormalement basse**

Analysez les données du document 4 en vue de déduire la cause de stérilité des patients d'une part et le sujet stérile d'autre part. 1,5

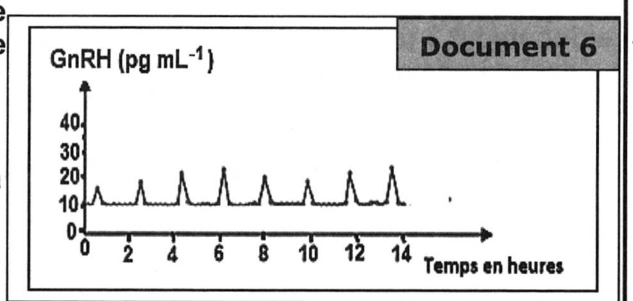
La fixation de la GnRH sur son récepteur provoque normalement une augmentation de la production d'inositol phosphate (IP) dans la cellule hypophysaire. L'IP est nécessaire à la production de LH et de FSH par la cellule. En mesurant la quantité d'IP dans les cellules, on évalue indirectement l'activité du récepteur et la production de LH et FSH.
Le document 5 ci-contre représente la quantité d'IP produit par des cellules hypophysaires d'un témoin et des cellules



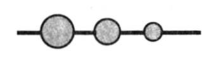
Analysez le document 6 en vue de proposer une explication à la cause de stérilité du sujet stérile 1,25

Le **document 7** montre des microdosages de GnRH dans la circulation sanguine de la tige pituitaire du sujet normal.

Représentez dans un système d'axe identique à celui du document 6 le profil de sécrétion de la GnRH chez le sujet stérile.Justifiez. (1 point)



C / Utiliser les données présentées pour tracer un schéma bilan de synthèse permettant de mettre en relation l'hypothalamus, l'hypophyse et le testicule chez l'individu témoin. **1**



DUREE : 2 H

EPREUVE -2-

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (12 points)

A / QCM :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

0,5 x = 4

1°/ Si la quantité d'ADN dans un spermatozoïde est de 3pg, alors la quantité d'ADN dans :

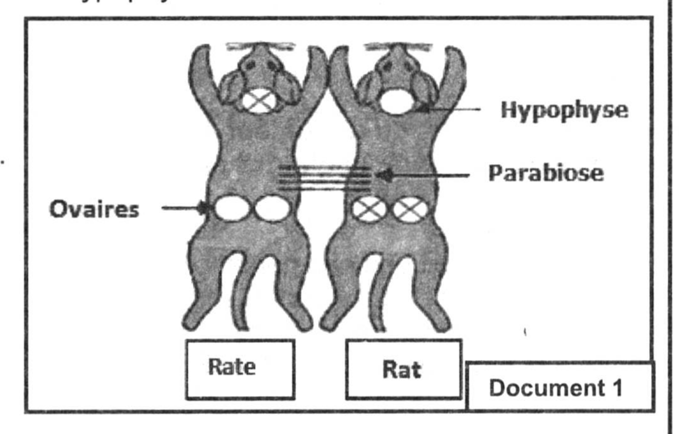
- **a-** une spermatide est de 6pg .
- **b-** un spermatocyte I est de 6pg
- **c-** un spermatocyte I est de 12pg
- **d-** un spermatocyte II est de 12pg .

2°/ Des injections de LH et d'ABP à des rats hypophysectomisés :

- **a-** permettent le développement des cellules de Leydig .
- **b-** permettent le développement des cellules de Sertoli .
- **c-** corrigent la fonction exocrine au niveau des tubes séminifères chez ces rats .
- **d-** corrigent la fonction endocrine au niveau de l'hypophyse chez ces rats .

3°/ La parabiose (Document 1) entre un rat mâle adulte castré et une rate adulte hypophysectomisée entraine :

- **a-** la régression des C.S.II de la rate .
- **b-** un développement de l'utérus de la rate .
- **c-** la restauration de la fertilité de la rate .
- **d-** la restauration de la fertilité du rat .



4°/ Les 2 globules polaires :

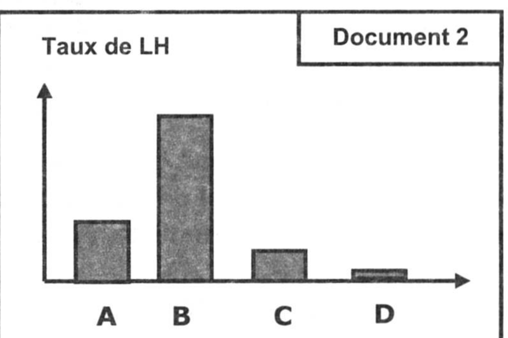
- **a-** ont le même nombre de chromosomes.
- **b-** persistent en cas de fécondation.
- **c-** se forment après pénétration du spermatozoïde.
- **d-** S'observent chez une jeune fille pubère .

5°/ Chez une femme ayant un cycle de 25 jours , on trouve dans son ovaire au 14ème jour :

- **a-** des follicules primordiaux, primaires, secondaires et un follicule rompu .
- **b-** des follicules primordiaux, primaires, secondaires et un jeune corps jaune.
- **c-** des follicules , primaires, secondaires, tertiaires et un follicule mûr.
- **d-** des follicules primordiaux, primaires, secondaires, un follicule mûr.

6°/ Le document 2 présente le taux de LH chez des mâles pubères dont l'un est castré :

- **a-** Le taux de LH chez A correspond à un animal hypophysectomisé .
- **b-** Le taux de LH chez B correspond à un animal castré .
- **c-** Le taux de LH chez C peut correspond à un animal castré recevant des fortes doses de testos
- **d-** Le taux de LH chez D correspond à un animal témoin.



7°/ Le document ci-contre représente l'évolution du taux de testostérone chez deux sujets adultes :

a- le tracé 2 est celui d'un sujet hypophysectomie.
b- le trace 2 est celui d'un sujet normal.
c- le tracé 1 est celui d'un sujet castré.
d- le tracé 2 est celui d'un sujet cryptorchidie.

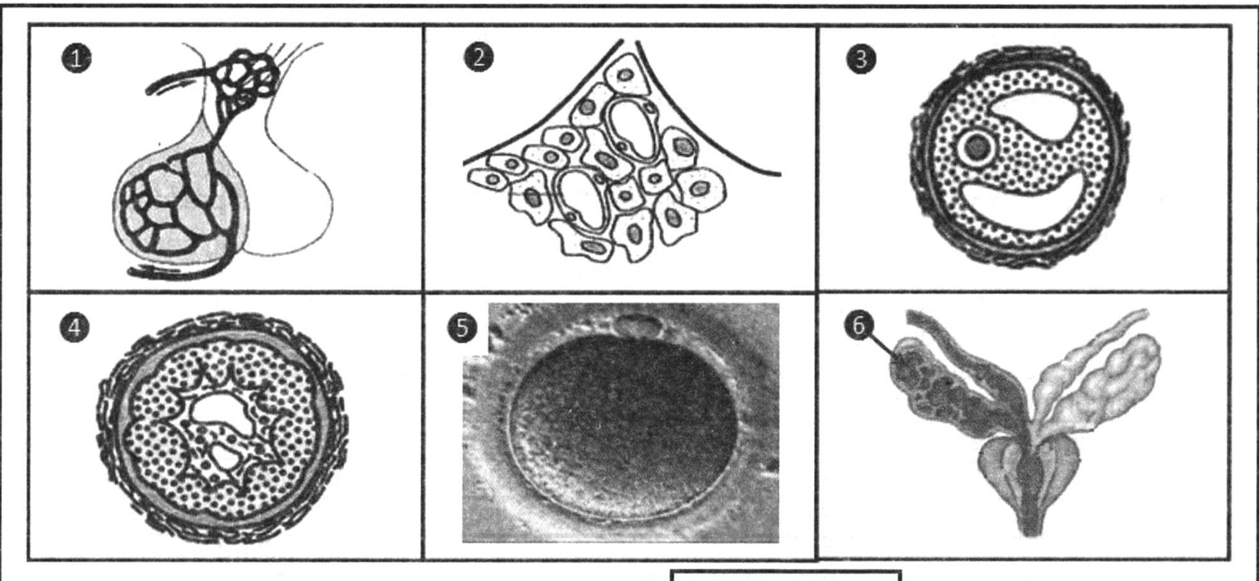
testotestérone (en ng.mL^{-1})
Tracé 1
Tracé 2
heures
0 1 2 3 4
0 2 4 6 8 10 12 14 16

8°/ Les cycles sexuels chez la femme :

a- sont synchrones grâce à la sécrétion cyclique des oestrogènes produite par l'ovaire.
b- sont synchrones grâce à la sécrétion cyclique des oestrogènes et de la progestérone produite par l'ovaire.
c- sont tous sous contrôle direct de l'hypophyse.
d- sont fonctionnels à partir de la puberté et durant toute la vie de la femme.

B / QROC (6 points) :

Le document 1suivant montre des structures impliquées dans la reproduction humaine .



Document 1

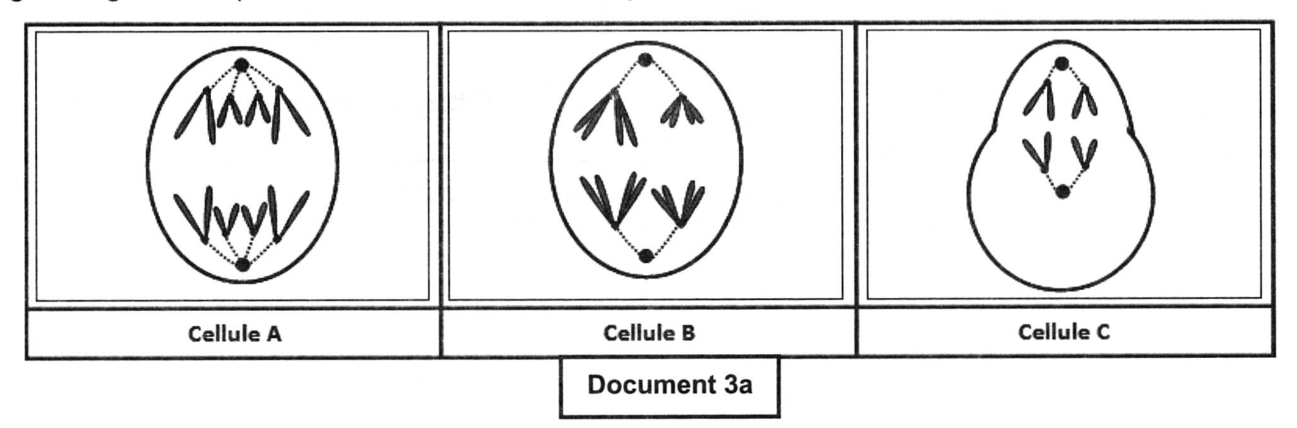
1°) Nommez les structures numérotées de 1 à 6 . 0,75
2°) a- Proposez un protocole expérimental qui met en évidence la relation entre les structures 2 et 6 0,75
b- Représentez par un schéma fonctionnel les interactions hormonales entre les structures 1,2 et 6. 0,5
c- Décrivez les relations qui existent entre les structures 3, 4 et 5 . 0,75
3°) Le graphe du document **2a** (**feuille à rendre**) représente la variation du taux sanguin d'une hormone ovarienne **H_1** dans la période comprise entre **9 janvier et 13 février** .
a- Identifiez l'hormone **H_1 .** 0,5
b- Représentez sur le même document **2a** (feuille à rendre) la variation du taux sanguin de l'autre l'hormone ovarienne **H_2** durant la même période . 0,75
c- Précisez en le justifiant la ou les dates qui corresponde(nt) à : 0,75

- ❖ L'ovulation .
- ❖ Le premier jour de la menstruation .

d- Représentez sur la feuille à rendre **(document 2 b)** l'évolution de l'endomètre en coupe longitudinale durant la même période **(de 9 janvier à 13 février)** . Justifier votre réponse 0,75 0,5

C / QROC (2 points) : 2

Le document 3a suivant représente des cellules A, B et C à des stades différents des gamétogenèses (on a considéré 2n= 4 dont la paire de chromosomes sexuels)



Document 3a

En se basant sur ces cellules , complétez le tableau du document 3b (feuille à rendre).

DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (8 points)

Afin d'étudier les mécanismes de la régulation de la fonction reproductrice chez l'homme, on réalise des tests cliniques et des expériences, chez deux garçons G1 et G2 âgés de 20 ans et présentant des troubles pubertaires.

Test clinique 1: On dénombre les spermatozoïdes et on réalise des dosages de testostérone chez les garçons G1 et G2 dont les tiges pituitaires (ou hypothalamo-hypophysaires) sont intactes et ils présentent chacun une seule anomalie .

Le document 4 résume les résultats obtenus chez les garçons G1 et G2 et des résultats de référence d'un garçon pubère témoin.

	Taux plasmatique de testostérone (ng/dL)	Nombre de spermatozoïdes
Garçon G1	63	2.10^3/mL
Garçon G2	58	$0.5.10^3$/mL
Témoin	500	$100.\ 10^6$/mL

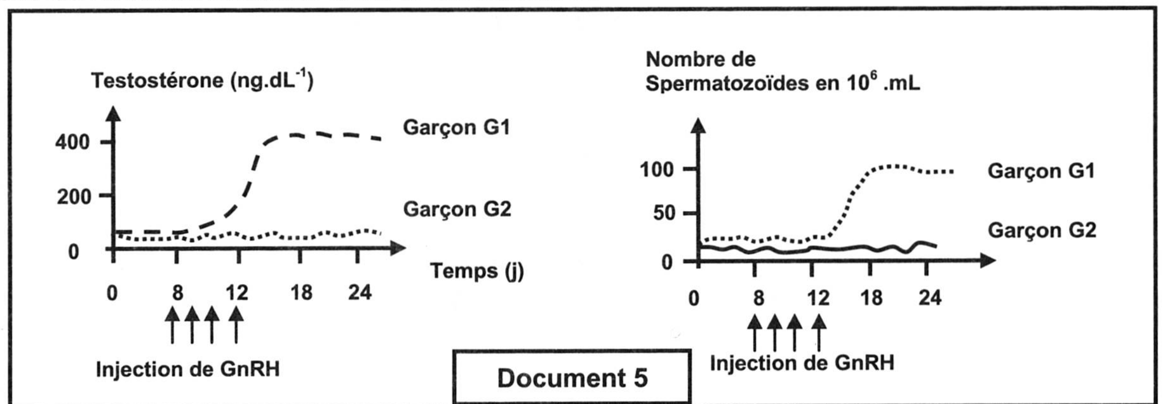
Document 4

1°) Comparez les résultats obtenus. 0,25

2°) Montrez que ces résultats expliquent les troubles pubertaires chez les deux garçons. 0,5

3°) Proposez trois hypothèses possibles expliquant ces résultats. 0,75

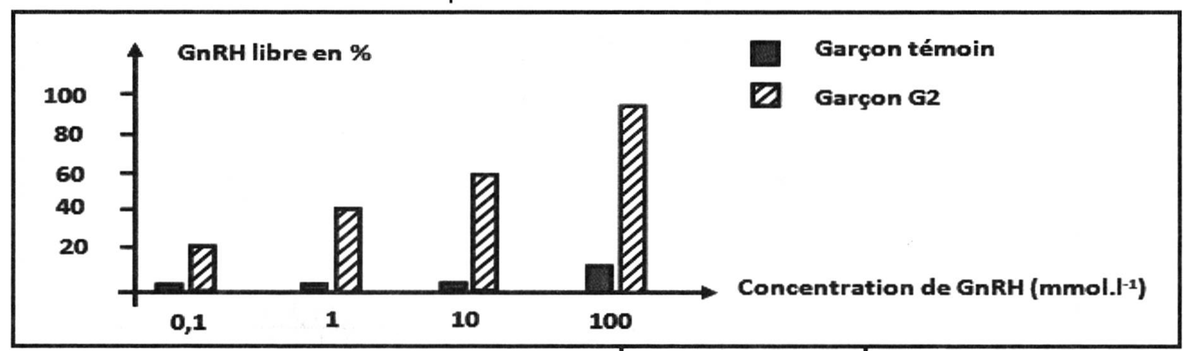
Test clinique 2: On refait le même test après injection de GnRH pour les garçons G1 et G2. On obtient les résultats résumés dans le document 5 .



Document 5

4°) Analysez les données du document 5 afin de vérifier la validité des hypothèses émises pour G1et G2 1

Expérience 1 : On cultive des cellules hypophysaires du garçon G2 et du garçon pubère témoin dans deux milieux de culture. On augmente à chaque fois la concentration de GnRH radioactive ajoutée aux milieux de culture et on mesure le pourcentage de GnRH radioactive libre dans le milieu. Les résultats obtenus sont présentés dans le document **6.**



Document 6

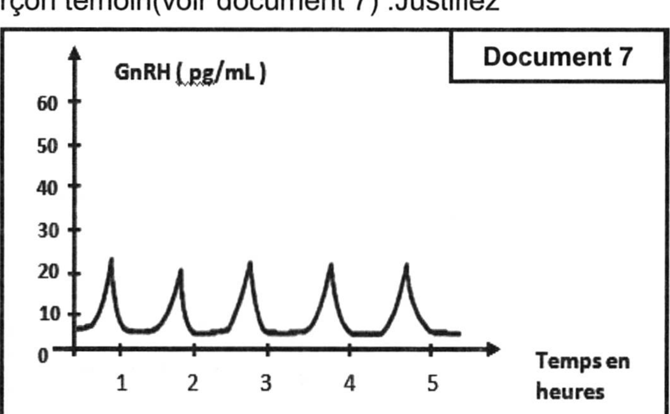
5°) a- Analysez les résultats obtenus en vue : 1,5

- d'expliquer les différences constatées .
- de préciser la ou les hypothèses à retenir pour le garçon G2.

b- Représentez le profil de sécrétion de GnRH chez le garçon G2 sur votre copie en se référant aux résultats du dosage de GnRH chez le garçon témoin(voir document 7) .Justifiez 1

0,5

c- Proposez un traitement hormonal permettant de corriger les troubles pubertaires du garçons G2 .



Expérience 2 : On place dans un milieu de culture additionné de GnRH, des cellules hypophysaires en présence ou en absence de cellules testiculaires, puis on dose le taux de LH dans le milieu. Le document 8 présente les milieux de cultures et les résultats obtenus.

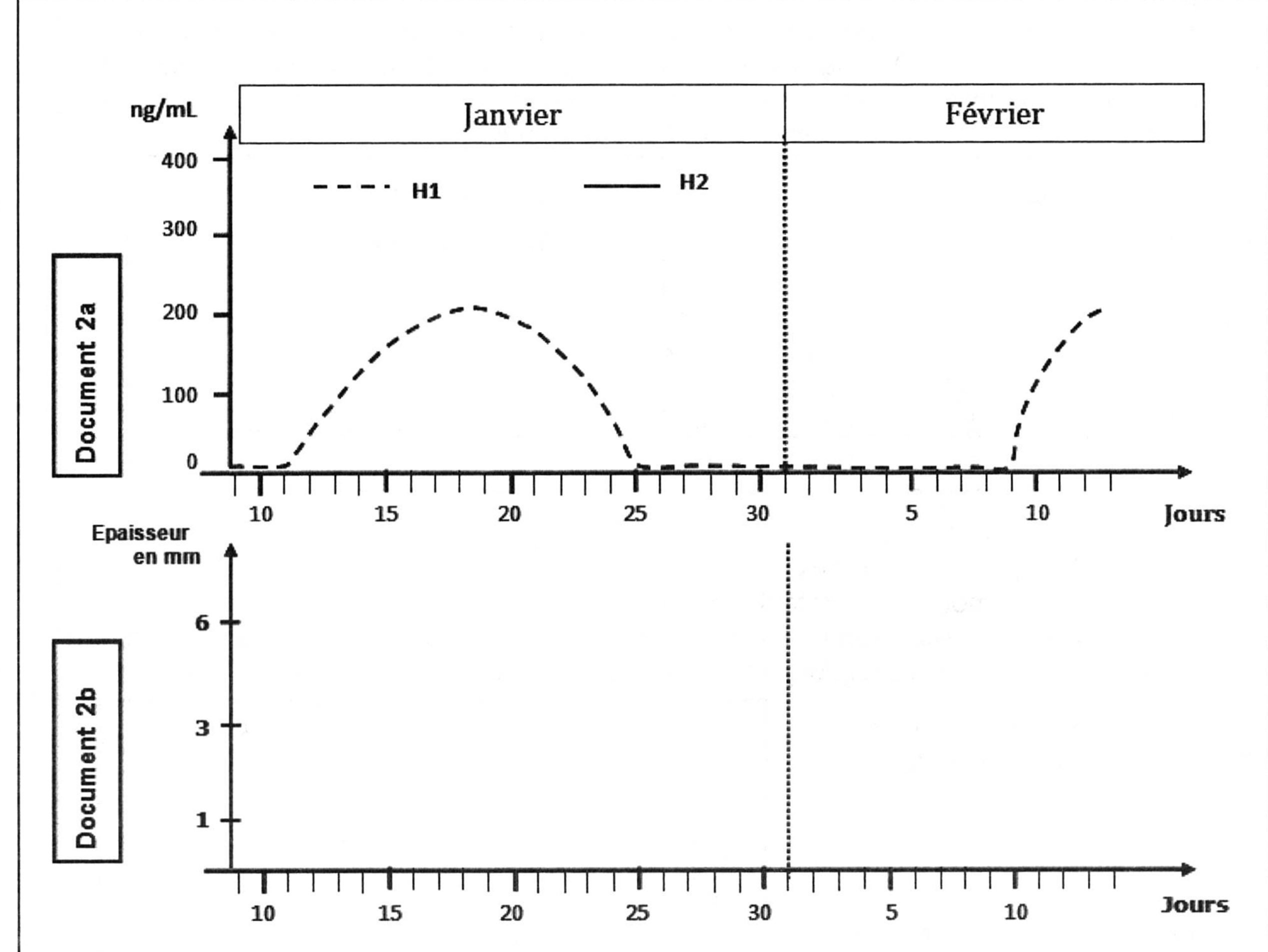
Document 8	Culture 1	Culture 2	Culture 3
	Cellules Hypophysaires de G1 +GnRH	Cellules hypophysaires de G1 +GnRH + cellules de Leydig	Cellules hypophysaires de G1+GnRH+ cellules de Leydig+ substance **S** ayant la même structure que la LH.
Quantité de LH libre dans le milieu (mU)	8	4	8

6°) a- Exploitez les résultats des cultures 1 et 2 en vue de proposer deux hypothèses expliquant la variation du taux de LH libre dans les deux milieux. 1

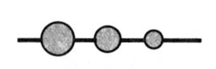
b- A partir de la comparaison des cultures 2 et 3 , vérifiez la validité des hypothèses émises précédemment. 0,75

7°) En vous basant sur les informations dégagées des expériences précédentes , représentez à l'aide d'un schéma fonctionnel le mécanisme de régulation de la fonction reproductrice masculine. 0,75

FEUILLE A RENDRE AVEC LA COPIE



Document 3b	Cellule A	Cellule B	Cellule C
Nom de la cellule			
Phase de division			
Justification de la phase de division			
Nom de la gamétogenèse et justification			
Phase de la gamétogenèse			



DUREE : 2 H

EPREUVE -1-

CORRECTION

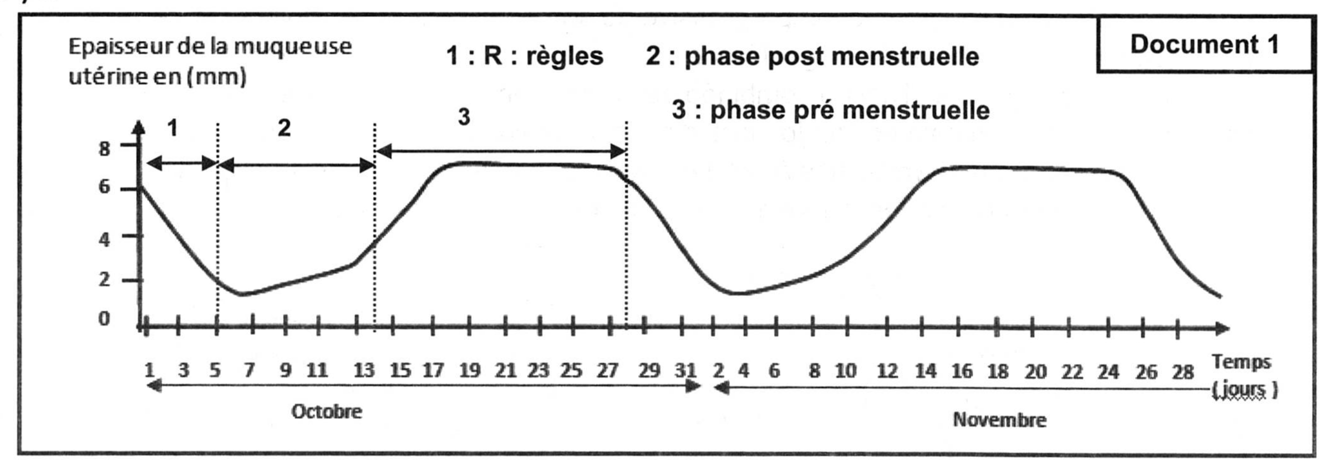
PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (12 points)

A / QCM :

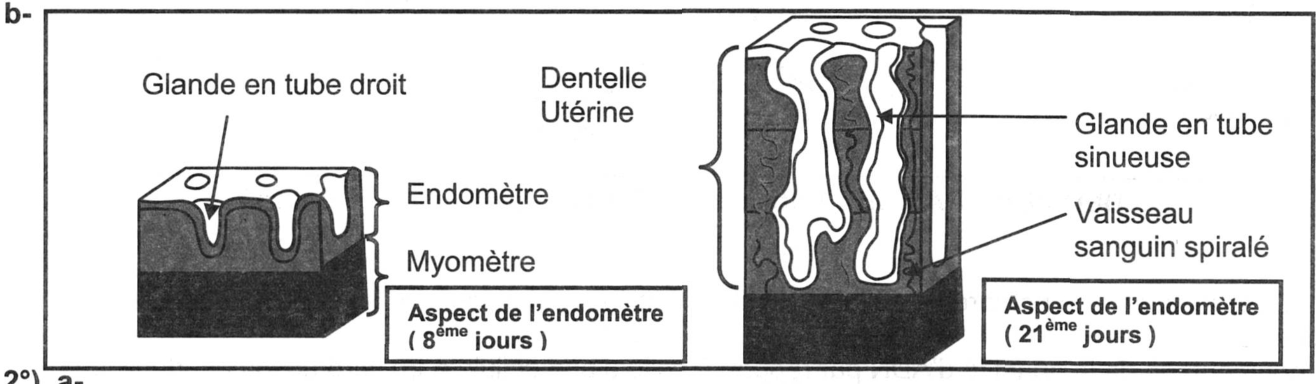
1	2	3	4	5	6	7	8
c	a-c	b-d	b-d	b	b-c	b	b-c

B/ Reproduction chez la femme :

1°) a-



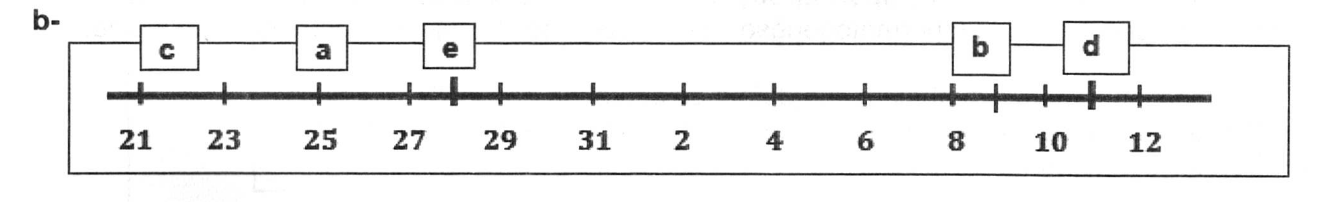
b-



2°) a-

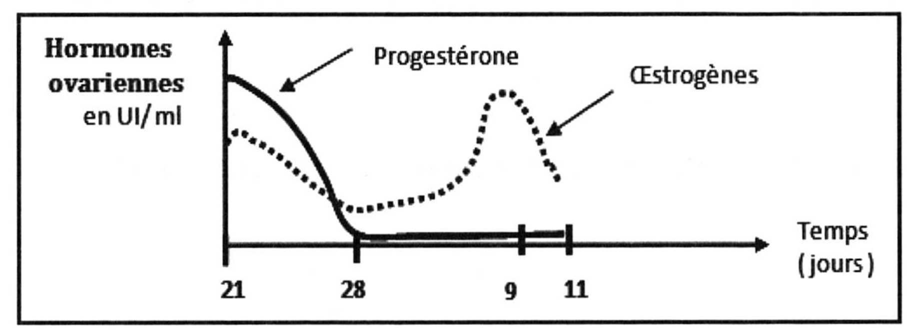
a : corps blanc ; **b :** follicule mûr ; **c :** corps jaune ; **d :** follicule rompu ; **e :** follicule tertiaire .
1 : corona radiata ; **2 :** cellule lutéinique ; **3 :** thèque interne ; **4 :** granulosa

b-



c-
*Les structures b et e sécrètent les œstrogènes.
* la structure c sécrète les œstrogènes et la progestérone.

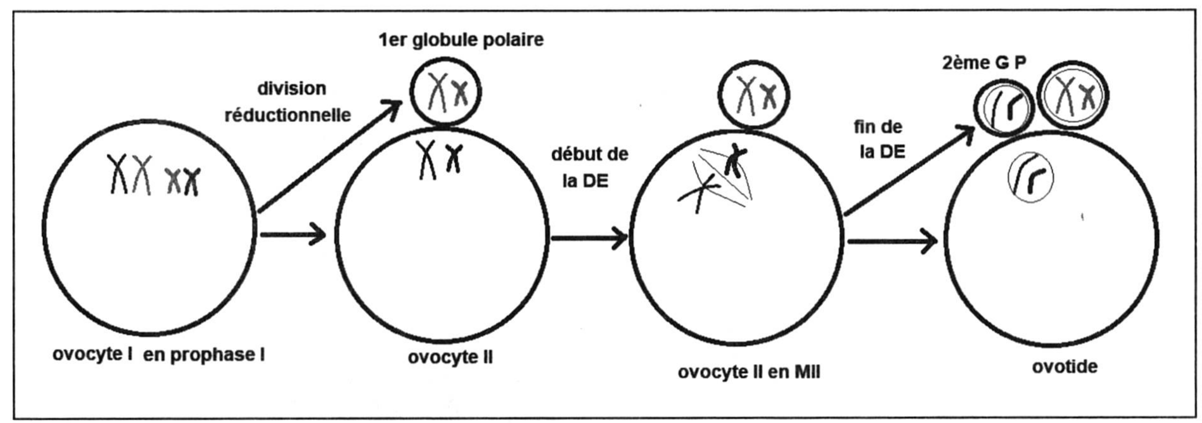
d-



e- Les hormones ovariennes stimule le développement de la muqueuse utérine au cours du cycle sexuel .

- Pendant la phase folliculaire : l'augmentation du taux d'œstradiol stimule le développement de l'endomètre d'où l'augmentation progressive de son épaisseur et sensibilise les cellules de l'endomètre à l'action de la progestérone .
- Pendant la phase lutéale : l'action combinée des œstrogènes et de la progestérone entraine l'épaississement maximale de l'endomètre d'où la formation de la dentelle utérine .
- La chute des hormones ovariennes à la fin du cycle sexuel entraine la destruction de l'endomètre et par conséquent l'apparition des règles ou menstruation .

3°)



DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (8 points)

A/

1°) - Chez le sujet A, le nombre de cellules Y est la moitié de celui des cellules X et le double des cellules Z.
-Le pourcentage de la quantité d'ADN par rapport à celle d'une cellule à 2n chromosomes dupliqués des cellules Y est le double de celui X mais la moitié de Z ; Z est donc à 2n ch dupliqués donc Y provient de Z par D.R et X provient de Y par D.E .

Z : spermatocyte I ; **Y : spermatocyte II** ; **X : spermatide ou spermatozoïde**

*L'absence de spermatozoïde (spermatogenèse incomplète) chez le sujet B montre qu'il est stérile.

2°)

- Dysfonctionnement hypothalamique défaut de sécrétion de GnRH.
- Dysfonctionnement hypophysaire défaut de sécrétion des gonadostimulines.
- Dysfonctionnement testiculaire.

B/ 1°) Par rapport à l'individu témoin La concentration de LH et de FSH est très faible chez le sujet B stérile. D'où H1 et H2 restent encore valables alors que H3 est à rejeter car ce sujet souffre d'une seule anomalie.

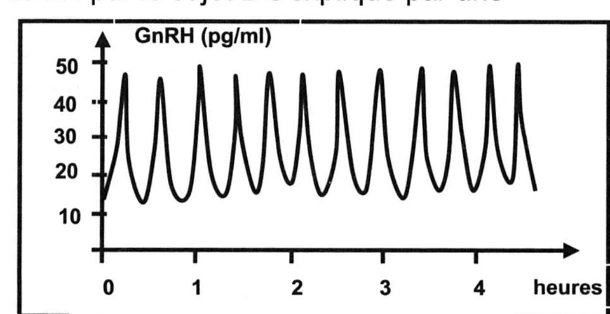
2°) Avant l'injection de GnRH chez les patients le taux de LH est constant et nul ce pendant le taux de testostérone est de 63ng/dl. Alors qu'après injection pulsatile de GnRH, le taux de LH devient sous forme de pics périodiques de fréquence 1pulse / 2H et d'amplitude qui varie entre 10 et 40 UI/L. donc La cause de stérilité chez les patients est le dysfonctionnement hypothalamique défaut de sécrétion de GnRH.

Après injection pulsatile de GnRH chez le sujet B Le taux de LH et de testostérone reste très faible. Donc le sujet B souffre d'un dysfonctionnement hypophysaire, défaut de sécrétion de LH.

3°) La production d'IP chez le sujet témoin croit en fonction de la concentration de la GnRH dans le milieu en effet elle passe de 0,4 à 1,8UA avec une cc de GnRH=10^{-9}, égale à 2,4 à une cc de GnRH 10^{-8} et égale à 2,8 à une cc de GnRH 10^{-7} alors que chez le sujet B la production d'IP est constante à une valeur faible 0,4UA comme la valeur de base malgré l'augmentation de la concentration de GnRH ce qui montre l'inactivité des récepteurs à GnRH sur les cellules hypophysaire. D'où L'absence de sécrétion de LH par le sujet B s'explique par une anomalie au niveau des récepteurs.

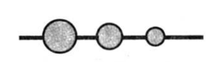
4°) Sécrétion pulsatile de fréquence et d'amplitude plus élevées que celles du sujet normal.

Justification : L'augmentation de la fréquence et de l'amplitude des pulses de GNRH s'explique par la levée de RC(-) exercé sur la GnRH vue que le taux de TTT est faible.



C/

Hypothalamus
GnRH
Hypophyse
Rc(-)
FSH
LH
Testicule
Cellule de sertoli
Cellule de leydig
Paroi activation de la Spermatogenèse
ABP
Testostérone
Rc(-) : rétrocontrôle négatif
: activation



EPREUVE -2-

CORRECTION

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (12 points)

A / QCM :

1	2	3	4	5	6	7	8
c	a-c	b-c	a	b	b-c	a	b

B/

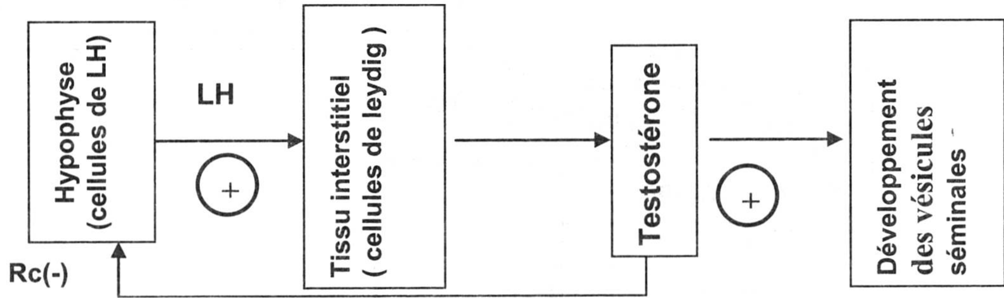
1)

1	2	3	4	5	6
Hypophyse antérieur	Tissu interstitiel	Follicule tertiaire ou cavitaire	Corps jaune	Ovocyte II bloqué en MII	Vésicule séminale

2°) a-

Expériences	Résultats	Conclusions
*Destruction sélectivement par irradiation (R.X) le tissu interstitiel chez un animal pubère. *Injection d'extrait du tissu interstitiel de cet animal dont on a détruit le Tissu interstitiel	*atrophie du tractus génital en particulier les vésicules séminales *restauration du développement des C.S.I	*Le tissu interstitiel est responsable du développement des vésicules séminales *Le tissu interstitiel agit par voie sanguine par une hormone sécrétée par T.I qui est la TTT.

b-



c- Les cavités folliculaires du follicule tertiaire **(contenant ovocyte I) (structure 3)** fusionnent pour former une seule cavité appelée antrum d'où l'obtention du follicule mûr.
Ce dernier s'éclate et se transforme en **follicule rompu** avec expulsion de l'ovocyte II bloqué en MII **(structure 4).**Le follicule rompu se ferme les cellules du granulosa se multiplient s'agrandissent et se chargent d'un pigment jaune la **lutéine** et deviennent des cellules lutéiniques . Ces dernières s'enrichissent en capillaires sanguins et forment avec les deux thèques (interne et externe) le corps jaune**(structure 5).**

3°) a- H1 est la **progestérone** car elle est sécrétée seulement pendant la phase lutéinique avec un pic important au milieu de cette phase .

b- sur la feuille à rendre

c- *Le premier ovulation survient : 25janvier – 14j = **11 janvier** sachant que l'ovulation a lieu 14 j avant le 1[er] jour menstruation .
*Le deuxième ovulation survient le **9 février** qui marque le début de la sécrétion de la progestérone.
*Le **25 janvier** le premier jour de la menstruation qui correspond l'annulation du taux de progestérone.

d- Sur la feuille à rendre .
Justification :
La présence d'œstrogène seul permet l'épaississement partiel de l'endomètre pendant la phase post menstruelle du 9 janvier à 11 janvier d'une part et de 31 janvier au 9 février d'autre part. La présence d'œstrogène et de la progestérone simultanément permet le développement maximale de l'endomètre (formation de la dentelle utérine avec sécrétion de mucus et glycogène) pendant la phase pré menstruelle du 11 à 25 janvier d'une part et du 9 février au 13 février d'autre part.
La chute du taux plasmatique des hormones ovariennes provoque la menstruation au début du cycle suivant à partir du 25 janvier.

C/ voir feuille à rendre .

Deuxième Partie (8 points)

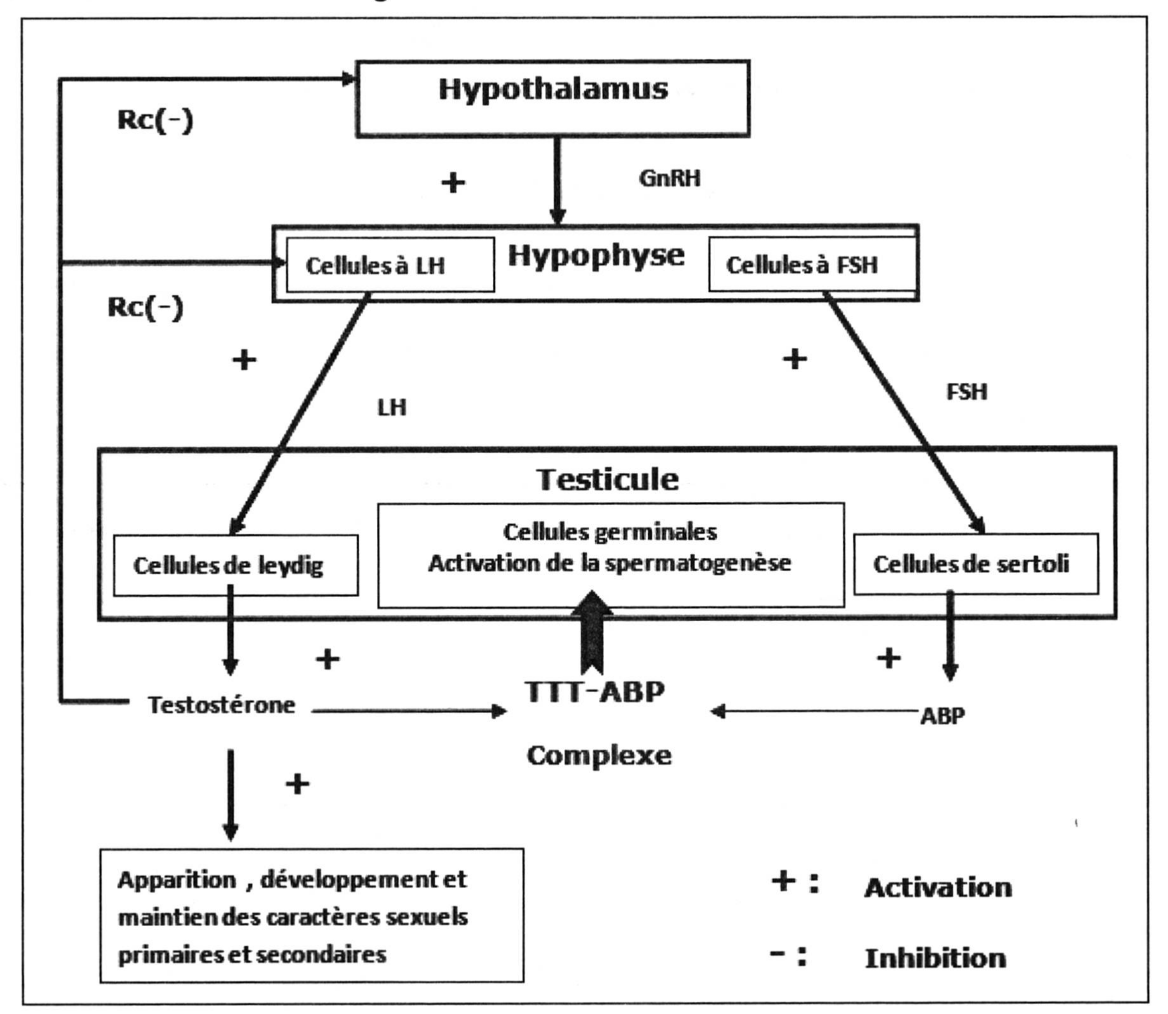
1°) Le taux de TTT ainsi que le nombre des SPZ sont très faibles chez G1 et G2 par rapport au sujet témoin (taux de TTT est de 58 à 63 par rapport à 500 ng/dL et nombre de spz est 0,5 à 2 10^3/ mL par rapport à 100.10^3/ mL.
2°) On sait que la TTT active la spermatogenèse et contrôle les CSII. G1 et G2 présentent un taux faible de TTT d'où la production faible d'SPZ et le faible développement des CSII.
3°)
- Dysfonctionnement hypothalamique défaut de sécrétion de GnRH.
- Dysfonctionnement hypophysaire défaut de sécrétion de LH.
- Dysfonctionnement testiculaire défaut de sécrétion de TTT.

4°) Suite à l'injection de GnRH, le taux de TTT chez G1 augmente de 63 à 450 ng/dL puis se stabilise à ce niveau de même pour le nombre de SPZ qui passe de 2.10^3/mL à 100.10^6/mL, 6 jours après l'injection. Ces valeurs rappellent celles du témoin. D'où l'hypophyse et les testicules fonctionnent normalement. H3 et H2 sont à rejeter alors que H1 est à retenir.
Pour G2 malgré l'injection de GnRH le taux de TTT et le nombre de SPZ ne sont pas modifiés et présentent les valeurs initiales d'où H1 est à rejeter, H2 et H3 restent encore valables.
5°)
a-Pour le garçon témoin le % de GnRH libre est presque nul pour les concentrations de 0.1, 1 et 10 et augmente à 5% pour une concentration de 100 mmol/L ; alors que pour G2 le % de GnRH libre augmente en fonction de la concentration de GnRH passant de 20 à 100%.
Explication : Pour le garçon témoin la GnRH se fixe sur les récepteurs spécifiques ce qui explique le % très faible de GnRH libre alors que chez G2, il n'y a pas de fixation de GnRH par absence de récepteurs ce qui explique le taux élevé de GnRH libre jusqu'à 100%
H2 est à retenir, l'anomalie est due à l'absence des récepteurs de GnRH sur les cellules à LH.
b- chez G2 la sécrétion de GnRH est pulsatile de fréquence et d'amplitude plus élevées que celles du sujet normal.
Justification : L'augmentation de la fréquence et de l'amplitude des pulses de GNRH s'explique par la levée de RC(-) exercé sur la GnRH vue que le taux de TTT est faible.

c- Traitement pour G2 : injection de TTT ou de LH avec des doses identiques à celle d'une personne normale.
6°) a- Dans la culture 1 les cellules hypophysaires de G1 en présence de GnRH sécrètent la LH qui reste libre dans le milieu.
Dans la culture 2 les cellules hypophysaires de G1 en présence de GnRH et des cellules de Leydig le taux de LH libre dans le milieu diminue de moitié.
H1 : les cellules de Leydig freinent la sécrétion de LH libre
H2 : la LH libre se fixe sur les récepteurs localisés sur les cellules de Leydig.

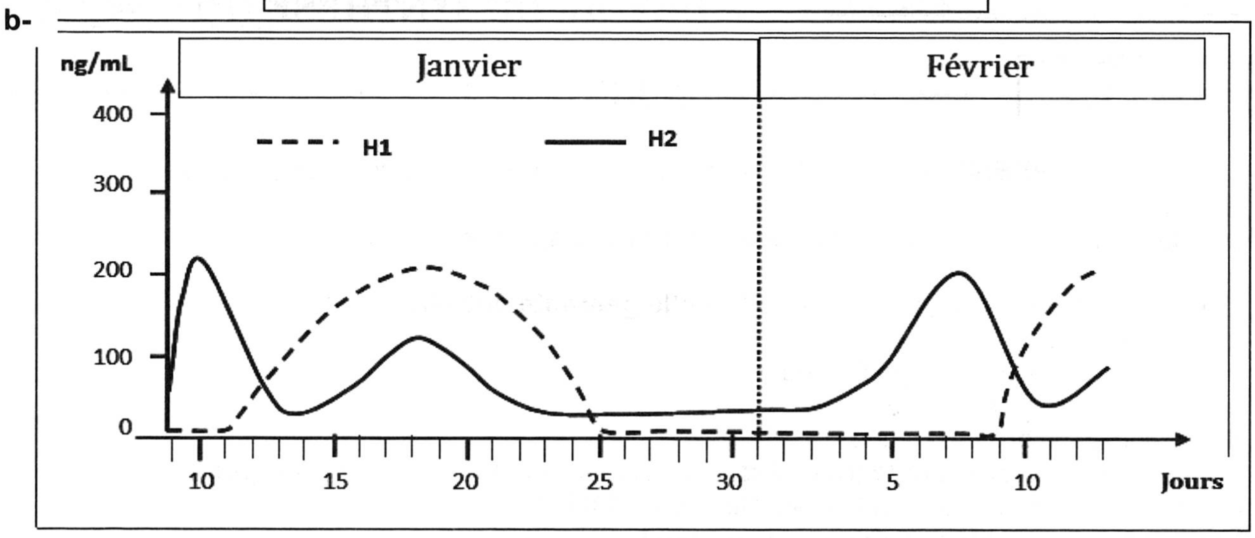
b- Dans la culture 3 et en présence de la substance **S** ayant la même structure que la LH, la quantité de LH libre dans le milieu augmente et passe de 4 à 8, cela est due à la fixation de la substance S sur les récepteurs localisés au niveau de la membrane des cellules de Leydig empêchant la LH de s'y fixer.
H2 est valide.

7°) Schéma fonctionnel de la régulation des fonctions testiculaires.

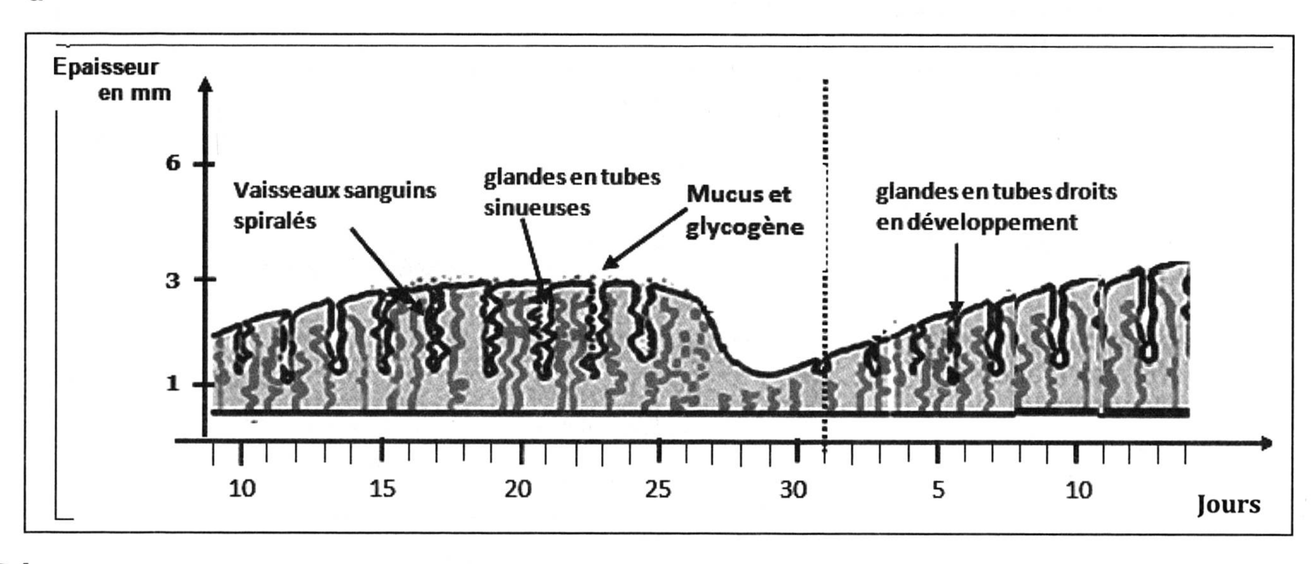


FEUILLE A RENDRE AVEC LA COPIE

b-

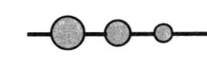


d-



C/

	Cellule A	Cellule B	Cellule C
Nom de la cellule	Ovogonie	Spermatocyte I	Ovocyte II
Phase de division	Anaphase de la mitose	Anaphase I	Anaphase II
Justification de la phase de division	IL ya ascension polaire de 2n= 4 chrs simples dans chaque pôle .	IL ya ascension polaire de n= 2 chrs dupliqués dans chaque pôle .	IL ya ascension polaire de n= 2 chrs simples dans chaque pôle .
Nom de la gamétogenèse et justification	Ovogénèse car il y a des chromosomes sexuels XX	Spermatogenèse car la cellule présente les chromosomes sexuels XY.	Ovogenèse :division inégale et position excentrique des chromosomes
Phase de la gamétogenèse	Multiplication	Maturation	Maturation



DUREE : 3 H

EPREUVE -1-

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (8 points)

A / QCM :

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) : 0,5 x = 4

1°/ L'ablation de l'hypophyse chez une femelle gestante entraîne :

- **a-** l'avortement.
- **b-** la chute du taux de progestérone.
- **c-** aucun effet sur la gestation.
- **d-** la régression du corps jaune.

2°/ Le pic hormonal observé le jour 12 d'un cycle sexuel de 28 jours correspond à :

- **a-** une dose qui réalise un rétrocontrôle négatif sur le CHH.
- **b-** une dose qui réalise un rétrocontrôle positif sur le CHH.
- **c-** une forte dose d'une gonadostimuline.
- **d-** une forte dose d'une hormone féminine.

3°/ Le document ci-contre représente un calendrier d'un cycle sexuel d'une femme repérant la durée des règles.

- **a-** la durée du cycle est 23 jours.
- **b-** la glaire cervicale est perméable le 16 Novembre.
- **c-** la date d'ovulation est le 12 Novembre.
- **d-** la période favorable à la fécondation se situe entre 9 et 14 Novembre.

NOVEMBRE						
L	M	M	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

4°/ Le document ci-contre est un extrait de spermogramme de Mr X. Il montre:

- **a-** une absence d'anomalie.
- **b-** une oligospermie.
- **c-** une tératospermie.
- **d-** une asthénospermie.

Dossier n° 1	Pour Mr X	Le 11/12 :2020
Volume de l'éjaculat = 4,2 ml		Morphologie :
pH = 7,3		Formes normales 64%
Numération = 3,2 10^6/ml		Formes anormales 36%

Extrait de spermogramme de Mr X

5°/ Le SAF:

- **a-** est une affection congénitale.
- **b-** est favorisé par le tabagisme.
- **c-** est favorisé par l'alcoolisme.
- **d-** peut être prévenu par la vaccination.

6°/ Si on considère que la distance entre les deux couples d'allèles (A, a) et (B, b) est de 10 CM, le croisement d'une femelle $\frac{A\ b}{a\ B}$ avec un mâle $\frac{a\ b}{a\ b}$ donne une descendance dont la répartition(en %) est :

	[AB]	[ab]	[Ab]	[aB]
a)	40%	40%	10%	10%
b)	10%	10%	40%	40%
c)	45%	45%	5%	5%
d)	5%	5%	45%	45%

7°/ Un individu de génotype Aa, bb, CC, Dd peut produire :

- **a-** un seul types de gamètes .
- **b-** deux types de gamètes
- **c-** quatre types de gamètes
- **d-** huit types de gamètes.

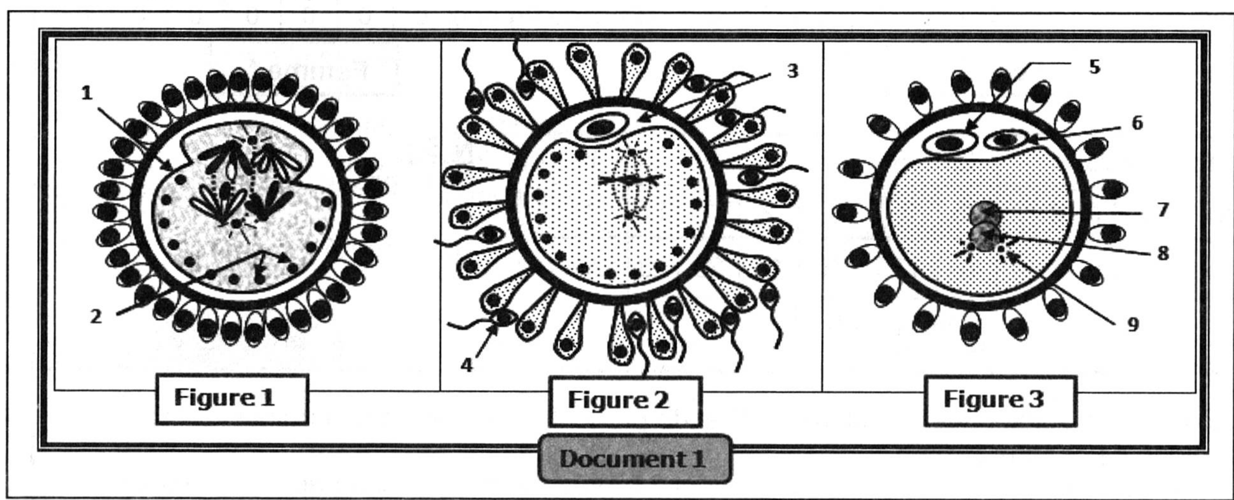
8°/ La probabilité des gamètes de type aB produits par un individu de génotype aB//Ab est de 37.5% , dans ce cas :

a- la distance entre les deux gènes est de 75 centimorgans.
b- la distance entre les deux gènes est de 25 centimorgans.
c- il ya 25% d'avoir des gamètes de type ab .
d- il ya 12.5% d'avoir des gamètes de type AB.

B / Procréation : (4 points)

*La figure 1 du document 1 suivant illustre un stade de l'ovogenèse chez la femme (pour simplifier , on a réduit le nombre des chromosomes à **2n = 4).**

*Les figures 2 et 3 du document 1 représentent de manière schématique , des étapes caractéristiques de la reproduction sexuée.



1°) Légendez le document1 en écrivant les noms correspondant aux éléments numérotées de 1 à 9 et titrez la figure 1. 1,25

2°) Identifiez les étapes de la reproduction sexuée représentées par les figures 2 et 3 . 0,5

3°) On se propose d'étudier certains aspects qui se manifestent au cours de l'étape représentée par la figure 2 , pour cela on réalise des expériences sur des gamètes prélevés sur des singes Le tableau ci-dessous représente les expériences et les résultats obtenus :

Expériences		Résultats
1	Des spermatozoïdes sont mis en contact avec des ovocytes II traités par des enzymes extraites des granules corticaux.	Les spermatozoïdes ne se fixent pas sur la zone pellucide de l'ovocyte II
2	Des spermatozoïdes sont mis en contact avec des molécules extraites de la zone pellucide et rendues radioactives .	La radioactivité est localisée au niveau des têtes des spermatozoïdes.

A partir de l'analyse de ces résultats et en faisant appel à vos connaissances, dégagez le rôle des molécules extraites de la zone pellucide et celui des enzymes des granules corticaux . 0,75

4°) En vous basant sur les données du document 1 et en faisant appel à vos connaissances , indiquez les transformations que subit la structure représentée par la figure 2 pour donner la structure représentée par la figure 3 . 0,75

5°) Représentez les garnitures chromosomiques (formes et aspects des chromosomes) certaines ou possibles des éléments 5 ,6 et 7 du document 1. (en respectant les représentations chromosomiques de la figure 1). 0,75

DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (12 points)

I/ Procréation : (7 points)

On se propose d'étudier quelques aspects de la reproduction humaine. Pour cela des examens cliniques ont été réalisés chez 3 femmes f_1, f_2 et f_3 qui présentent 3 états physiologiques différents

❖ **Examen 1:** Dosage des taux sanguins de progestérone et de LH chez ces 3 femmes.
Les résultats sont consignés dans le document 2 :

Temps (jours)	10	15	20	25	30	35	40
Taux de LH (ua)	20	20	20	20	20	20	20
Taux de Pg (ua)	0	0	0	0	0	0	0

Femme f_1

Temps (jours)	10	15	20	25	30	35	40
Taux de LH (ua)	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
Taux de Pg (ua)	0	0	0	0	0	0	0

Femme f_2

Temps (jours)	10	15	20	25	30	35	40
Taux de LH (ua)	25	3	1	2	1	1,5	1
Taux de Pg (ua)	0	13	15	18	20	23	28

Femme f_3

N.B :
***Pg : progestérone**

***u.a : unité arbitraire**

Document 2

1°) Exploitez les résultats des dosages de LH et de progestérone afin de déterminer l'état physiologique de chaque femme. 1,5

❖ **Examen 2 :** Les figures 1,2 et 3 du document 3 représentent des échographies ovariennes réalisées chez les 3 femmes **f_1, f_2 et f_3.**

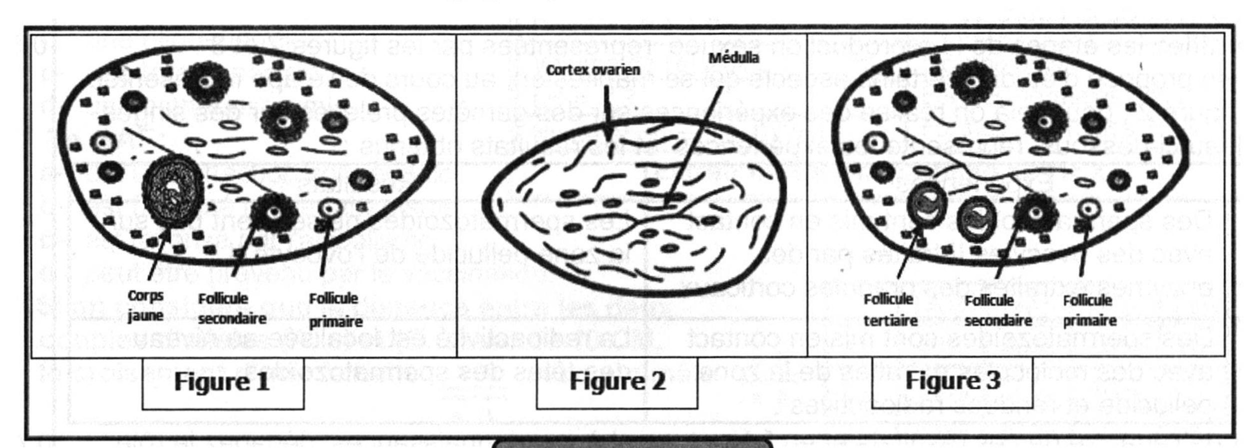


Figure 1 Figure 2 Figure 3

Document 3

2°) Exploitez les documents 2 et 3 en vue :

a- de faire correspondre les figures des échographies aux femmes **f_1, f_2 et f_3 .** 0,75

b- d'expliquer : 1

- la variation du taux de LH chez la femme **f_1.**
- l'apparition ou l'absence des règles chez les femmes **f_1 et f_2 .**

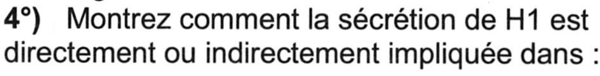
❖ **Examen 3 :** Dosage du taux sanguin de 3 hormones : LH, progestérone et H1, chez la femme f_3, pendant une période comprise entre 20 Octobre et 30 Novembre. Le document 4 représente les résultats obtenus.

3°) A partir de l'exploitation des résultats du document 4 :

a- Expliquez, les interactions entre la progestérone et la LH dans la période comprise entre 30 octobre et 10 Novembre. 0,75

b- Identifiez l'hormone H1 et précisez son origine. 0,5

Document 4



4°) Montrez comment la sécrétion de H1 est directement ou indirectement impliquée dans : 0,5

- la disparition de la menstruation chez cette femme.
- la disparition de la variation cyclique de LH.

❖ **Examen 3 :** On suit chez une guenon gestante l'évolution des taux de la progestérone et de H1 avant et après l'injection d'une substance S à deux moments différents de la gestation. Le document 5 représente les résultats obtenus :

Document 5

5°) A partir de l'analyse comparée des courbes du document 5 et en faisant appel à vos connaissances : 0,75

a- Expliquez le rôle de la substance S, tout en précisant les origines successives de la progestérone au cours de la grossesse. 0,75

b- Prévoyez le devenir de la gestation suite à l'injection de la substance S dans les deux cas. 0,5

II/ Génétique des diploïdes : (5 points)

On se propose d'étudier la transmission de deux caractères chez une espèce de tomate. Pour cela on réalise les croisements suivants :

Premier croisement :

On croise une variété **V1** ayant des gros fruits et maturation ralentie avec une variété **V2** ayant des petits fruits et maturation ralentie on obtient :

- **50% tomate à gros fruits et maturation ralentie**
- **25% tomate à gros fruits et maturation rapide**
- **25% tomate à gros fruits et maturation inhibée**

1°) Quelle(s) conclusion(s) peut-on tirer de ces résultats ? 1,5

Deuxième croisement :

On croise une variété **V3** ayant des gros fruits et maturation ralentie avec une variété **V4** ayant des gros fruits et maturation inhibée on obtient :

- **37.5% tomate à gros fruits et maturation inhibée**
- **37.5% tomate à gros fruits et maturation ralentie**
- **12.5% tomate à petits fruits et maturation inhibée**
- **12.5% tomate à petits fruits et maturation ralentie**

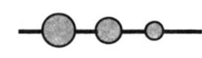
2°) Exploitez les résultats de ce croisement afin de :

a- Préciser la localisation des gènes étudiés. 1

b- Déterminer les génotypes des variétés **V3** et **V4** du deuxième croisement. 0,5

3°) Schématisez, en vous limitant aux chromosomes concernés, les **anaphases I** possibles de la méiose pour expliquer les génotypes et les proportions des gamètes produits par **V3.** 1

4°) Prévoyez la répartition phénotypique de la descendance issue de l'autofécondation de la Variété **V3** pour un effectif de 960 tomates. Justifiez votre réponse. 1



DUREE : 3 H

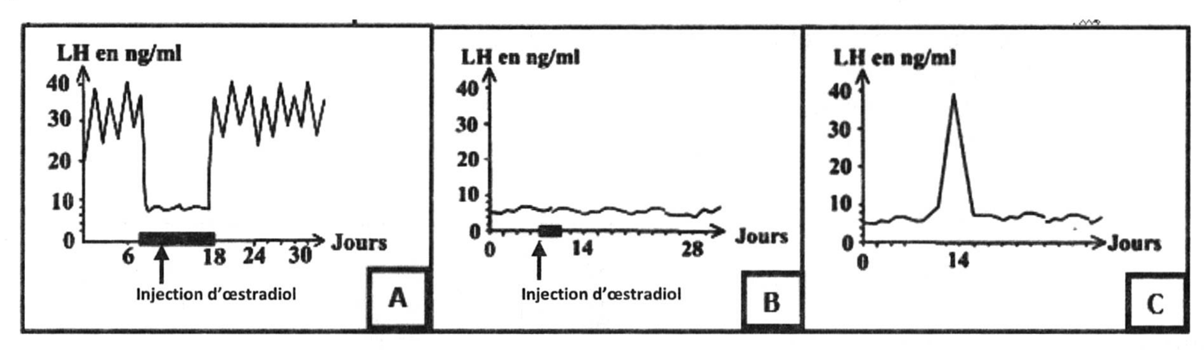
EPREUVE -2-

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (8 points)

A / QCM : (4 points) 0,5

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) : x 8 = 4

1°/ Le document ci-dessous présente des résultats de dosage de LH chez 3 femmes A , B et C :



IL se peut que :

- **a-** la femme B soit castrée .
- **b-** la femme A soit ménopausée .
- **c-** la femme B se traite à pilule combinée .
- **d-** la femme C soit enceinte (grossesse en cours)

2°/ Chez une femme enceinte, entre la 2ème et la 11ème semaine de la grossesse, les évènements suivants aboutissent à l'avortement :

- **a-** l'ablation de l'hypophyse.
- **b-** l'injection d'anticorps anti-LH.
- **c-** l'injection d'anticorps anti-HCG.
- **d-** l'ovariectomie bilatérale.

3°/ L'alcoolisme est la cause majeur de :

- **a-** l'apparition de certaines maladies héréditaires.
- **b-** l'augmentation de la fréquence de l'avortement.
- **c-** l'hypertrophie fœtale.
- **d-** la dysmorphie crâno-faciale du nouveau-né.

4°/ Lors de la FIVETE :

- **a-** les injections de FSH au cours des 10 premiers jours empêchent l'atrésie des follicules.
- **b-** les injections de FSH au cours des 10 premiers jours accélèrent l'atrésie des follicules.
- **c-** l'injection d'une dose unique de HCG vers le 13ème jour stimule les phénomènes de l'ovulation.
- **d-** l'injection d'une dose unique de HCG vers le 13ème jour assure le maintien du corps jaune.

5°/ La pilule combinée a une action anti-nidatoire car elle :

- **a-** bloque l'ovulation.
- **b-** permet un développement anormal de l'endomètre.
- **c-** inhibe l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire.
- **d-** assure le maintien d'un aspect dense de la glaire cervicale.

6°/ L'asthénospermie correspond à :

a-une numération très inférieure à 60.10^6 spermatozoïdes par millilitre de sperme.
b-un pourcentage de spermatozoïdes anormaux supérieur à 40 %.
c-un pourcentage trop faible de spermatozoïdes mobiles .
d-un absence de spermatozoïdes dans le sperme.

7°/ Un individu homozygote pour un premier couple d'allèles et hétérozygote pour un deuxième couple d'allèles, produit :

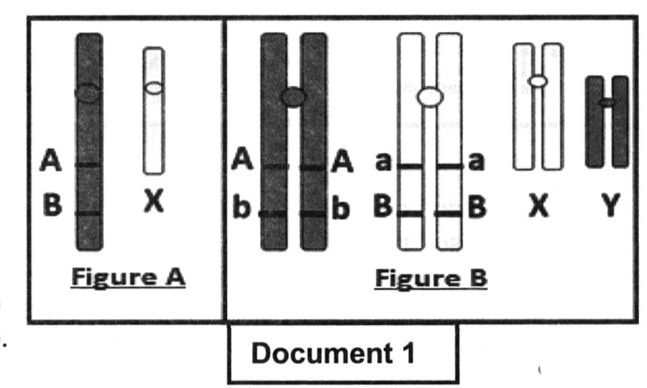
a- deux types de gamètes équiprobables.
b- deux types de gamètes non équiprobables.
c- quatre types de gamètes équiprobables.
d- quatre types de gamètes non équiprobables.

8°/ On considère 2 gènes liés distants de 16 cM. Un mâle de drosophile double hétérozygote produit :

a- 16% de gamètes recombinés et 84¨% de gamètes parentaux.
b- 8% de gamètes recombinés.
c- 32% de gamètes recombinés.
d- 0% de gamètes recombinés.

B/ Brassage génétique (4 points)

Le document 1 représente :
***La figure A :** la garniture chromosomique d'un 2ème globule polaire.
***La figure B :** la garniture chromosomique d'un spermatocyte I à l'origine d'un spermatozoïde. (On se limite à 2n = 4 chromosomes dont 2 autosomes et 2 sexuels).
On considère deux gènes :
***Gène 1 :** contrôlé par le couple d'allèles (A, a)
***Gène 2 :** contrôlé par le couple d'allèles (B, b).

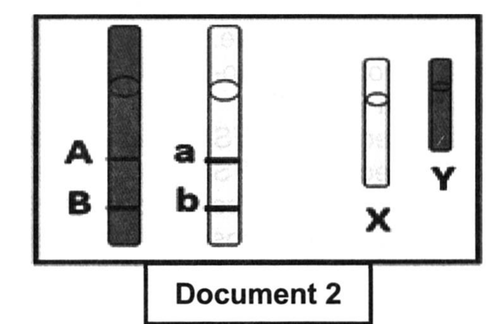


Document 1

1°) En vous référant à la figure A, représentez la garniture chromosomique du gamète femelle. 0,25
2°) En tenant compte seulement du brassage interchromosomique :
a- Schématisez la cellule germinale du père (figure B) en anaphase I. (tous les cas possibles) 0,5
b- Représentez alors les différentes garnitures chromosomiques possibles des gamètes pouvant être produits par le père. 1

3°) Le document 2 représente la garniture chromosomique d'une cellule de l'embryon issu de ce couple.
a- Schématisez la garniture chromosomique du gamète mâle à l'origine de cette cellule. 0,25

b- Expliquez, à l'aide de schémas clairs et annotés, le phénomène méiotique à l'origine du gamète mâle. 2



Document 2

DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (12 points)

I/ Procréation : (7 points)

On se propose d'étudier quelques aspects de la reproduction humaine à partir des expériences suivantes :

❖ **EXPERIENCE 1 :**

Sur 4 femmes appartenant **A , B , C** , on réalise des dosages d'une hormone **protéique (H1)** impliquée dans la fonction reproductrice humaine. Les résultats des dosages en unité arbitraire pendant un cycle sexuel sont groupés dans le tableau du document 3 :

Jours du cycle	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Mme A	40	32	40	33	22	28	25	22	32	44	45	40	35	36
Mme B	32	34	36	32	30	34	198	62	26	30	31	28	29	30
Mme C	150	140	150	145	102	125	122	110	138	150	162	135	150	140

Document 3

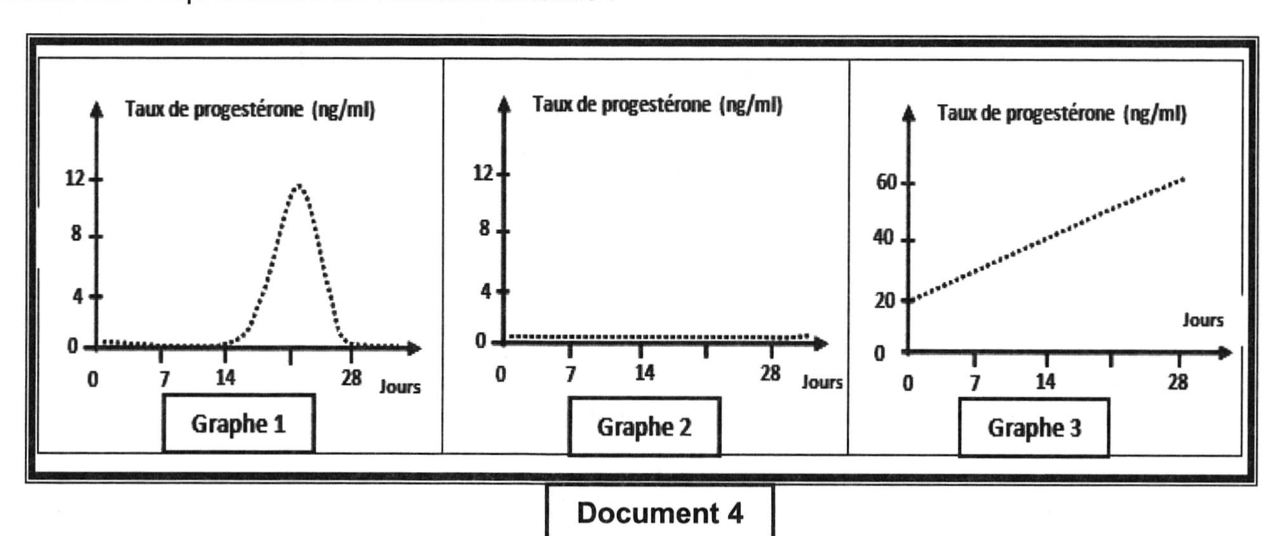
1°) Analyser les résultats de ces dosages en vue :

a- d'identifier l'hormone H1 . 0,75

b- de proposer chacune des femmes **A, B et C** une ou deux hypothèses expliquant son état physiologique 0,75

❖ **EXPERIENCE 2 :**

On dose le taux sanguin de progestérone chez les 3 femmes **A, B et C** . Les graphes 1, 2 et 3 du document 4 représentent les résultats obtenus :



Document 4

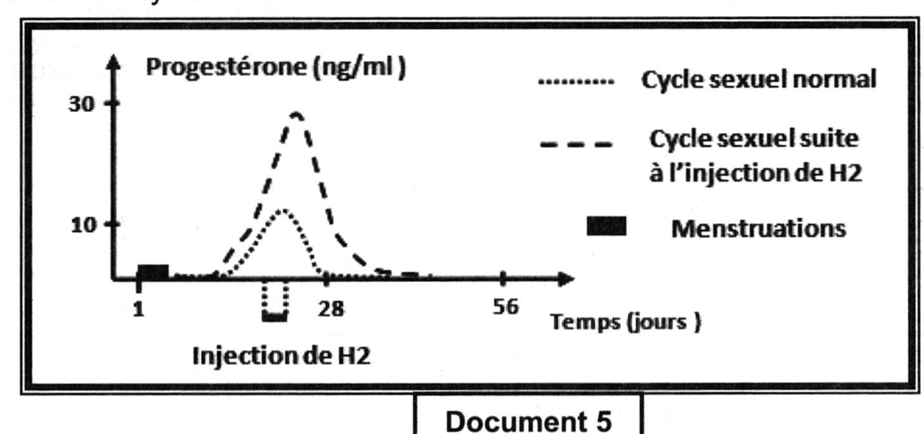
2°) Exploitez les documents 3 et 4 en vue de :

a- faire correspondre les graphes 1, 2 et 3 aux femmes **A, B et C** . **0,75**

b- confirmer l'hypothèse à retenir pour chacune de ces femmes **.** **0,75**

❖ **EXPERIENCE 3 :**

Afin de préciser la relation entre la progestérone et une hormone **H_2,** on suit l'évolution du taux plasmatique de l'hormone **H_2,** chez deux guenons adultes, dont le cycle sexuel est comparable à celui de la femme. L'une est à cycle sexuel normal et l'autre ayant reçu des doses de l'hormone **H_2** du 21ème au 24ème jour de son cycle. Les résultats obtenus sont résumés dans le document 5.

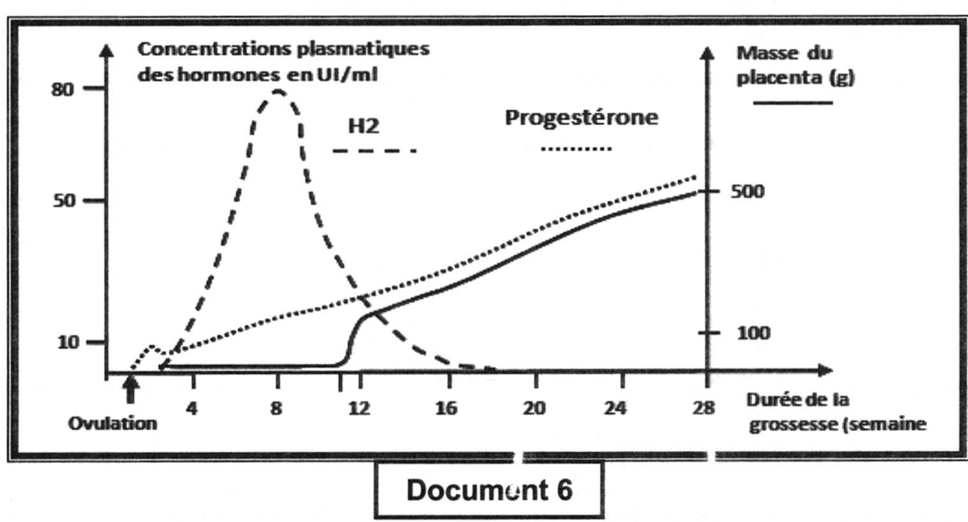


Document 5

3°) Analysez les courbes du document 5 en vue :
a- d'émettre des hypothèses quant à la nature de l'hormone H2. 0,75
b- d'établir la relation entre H2 et la progestérone . 0,75

❖ **EXPERIENCE 4 :**

Pour connaitre l'origine de la progestérone au cours de la grossesse de cette femme , on suit l'évolution de la masse du placenta ainsi que la concentration de l'hormone H2 chez des guenons gestantes , les résultats sont indiqués sur le graphe du document 6.



Document 6

4°) A partir de l'exploitation de ces résultats et vos connaissances : 1,5
*identifiez l'hormone H2.
*précisez les origines successives de la progestérone au cours de la grossesse .
5°) A partir des informations dégagées des expériences précédentes et en faisant appel à vos connaissances, représentez à l'aide d'un schéma fonctionnel les relations hormonales qui s'établissent entre les organes mis en jeu chez une femme enceinte. 1

II/ Génétique des diploïdes (5 points) :

Chez les renards, on connaît deux gènes qui contrôlent la couleur et l'aspect de la fourrure, avec :
***Gène n°1 :** contrôlant la couleur de la fourrure ; fourrure noire et fourrure blanche.
***Gène n°2 :** contrôlant l'aspect de la fourrure ; fourrure rude et fourrure angora.

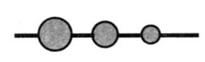
- **1èr croisement :**

Le croisement entre deux renards **R1** et **R2** de même génotype à fourrure noire et rude, donne entre autre des renardeaux (les petits du renard) à fourrure blanche et angora.

1°) Quelle(s) conclusion(s) peut-on tirer de ce résultat ? 1
2°) En se limitant à ce résultat, écrivez les génotypes possibles des parents. 0,5
La fréquence des individus à fourrure blanche et angora obtenue du 1èr croisement égale à **1%.**
3°) Discutez la validité des génotypes possibles proposés dans la question 2. 1,5
4°) Calculez la distance entre les deux gènes s'ils sont liés. 0,5

- **2ème croisement :**

Le croisement entre une femelle de **R1** et un mâle de **R3** à fourrure noir et angora donne ente autre des renardeaux à fourrure blanche et angora.
5°) Prévoyez, avec justification ; la composition phénotypique et génotypique de la descendance du **2ème croisement** obtenu sur 1000 individus . 1,5



DUREE : 3 H

EPREUVE -1-

CORRECTION

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (8 points)

A / QCM :

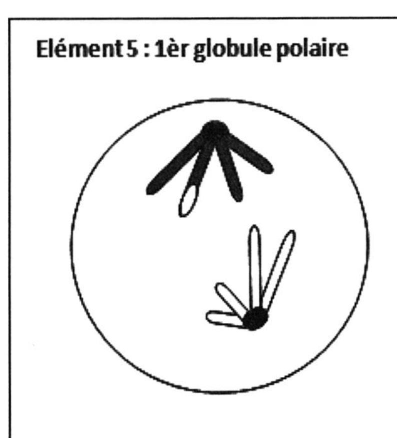
1	2	3	4	5	6	7	8
c	b-d	c-d	b	c	d	b-c	b-d

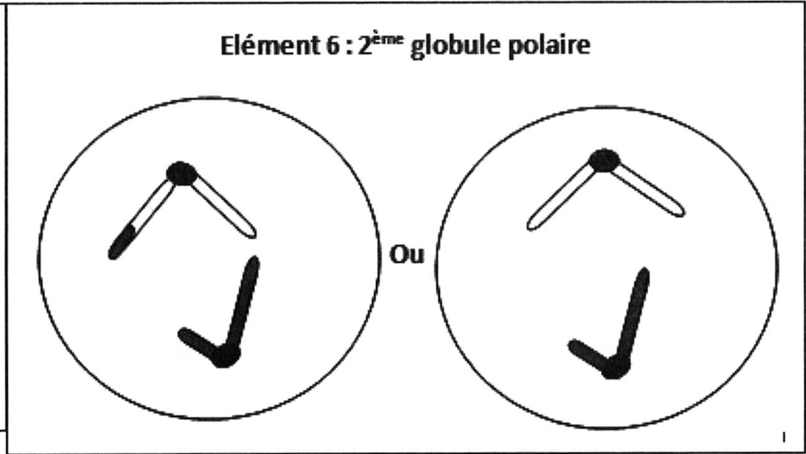
B/ 1°)

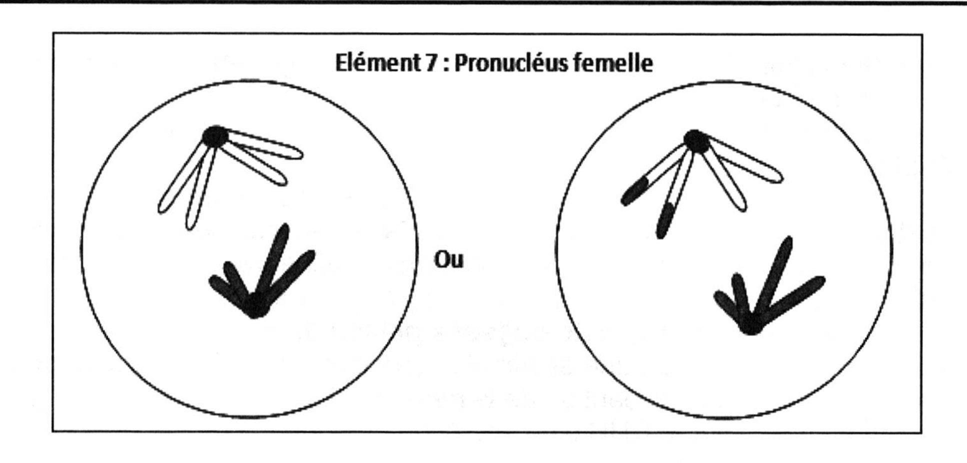
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ovocyte II	granules corticaux	Espace péri-ovocytaire	spz	1ère globule polaire	2ème globule polaire	Pronucléus Femelle	Pronucléus mâle	Aster

Figure 1 : ovocyte I en anaphase I.

2°) *figure 2 : rencontre des gamètes ♀ et ♂ : spzs entourent l'ovocyte II (piégeage des spzs)
***figure 3:** caryogamie : rapprochement et fusion de 2 pronucléi ♀ et ♂ avec dédoublement des asters
3°) Les spermatozoïdes mis en contact avec des ovocytes II traités par des enzymes extraites des granules corticaux ne se fixent pas sur la zone pellucide de l'ovocyte II **donc** les enzymes des granules corticaux hydrolysent les récepteurs spécifiques au niveau de l'ovocyte II ce qui assure la monospermie
Des spermatozoïdes sont mis en contact avec des molécules extraites de la zone pellucide et rendues radioactives on constate que la radioactivité est localisée au niveau des têtes des spermatozoïdes **Donc** les récepteurs spécifiques au niveau de la zone pellucide fixent les glycoprotéines (antigènes membranaires) se trouvant au niveau des têtes des spermatozoïdes.
4°) Rencontre et reconnaissance d'un spz avec l'ovocyte II bloqué en MII (spz sont piégés par corona radiata) **(figure 2)** puis la pénétration d'un spermatozoïde dans l'ovocyte II (suite à une réaction acrosomique) ce qui entraîne l'achèvement de la D.E et libération du 2ème G.P et l'ovotide (réveil physiologique de l'ovocyte II) et une réaction corticale qui assure la monospermie .Ensuite il y a formation des pronucléi mâle et femelle par duplication de l'ADN et synthèse des protéines et leur rapprochement et enfin la fusion des 2 pronucléi : c'est la **caryogamie (figure 3)**
5°)







DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (12 points)

I/ Procréation : (7 points)

1°)

	Exploitation	Etat physiologique
Femme (f1)	• taux de LH est constant et élevé de l'ordre de 20 (ua) • taux de progestérone est nul	Femme ménopausée
Femme (f2)	• taux de LH est constant et faible de l'ordre de 0.2 (ua) • taux est nul	Femme sous pilule
Femme (f3)	• LH : un pic vers le jour 10 puis diminue devenant constant et très faible de l'ordre 2(ua) • Pg : nul vers le jour 10 puis devient croissant jusqu'à 28(ua) à t=40 jours	Femme enceinte

2°)

	a-Exploitation des documents 2 et 3	a- Explication
Figure 1	L'ovaire comporte un corps jaune en développement c'est un corps jaune gestatif secrétant des taux élevés et croissants des hormones ovariennes : **Femme (f_3).**	• Chez la femme ménopausée **F1** l'hypersécrétion de LH s'explique par la levée de RC- en l'absence de progestérone • Chez la femme ménopausée **(f1)** : L'absence des œstrogènes et de progestérone entraine une absence de développement de l'endomètre d'où l'absence des règles. • Chez la femme sous pilule **(f2) :** - Pendant la prise de la pilule, les oestro-progestatifs stimulent le développement de l'endomètre. - L'arrêt de la prise de pilules pendant les 7 derniers jours du cycle entraîne une privation hormonale à l'origine d'une hémorragie de privation semblable à celle de la menstruation.
Figure 2	L'ovaire ne comportent aucune structure ovarienne (épuisement du stock de follicules) d'où l'absence de Progestérone : **Femme (f_1)**	
Figure 3	L'ovaire comporte des follicules dont la croissance est bloquée au stade follicule tertiaire donc pas de follicule mur, pas de cors jaune d'où l'absence de progestérone : **Femme (f_2)**	

3°) a- Le pic important de LH vers le 30 octobre est suivie d'une augmentation de progestérone d'où la LH stimule la sécrétion de la progestérone.

-L'augmentation de progestérone est suivie d'une baisse de LH d'où la progestérone inhibe par RC(-)la sécrétion de LH .

La diminution excessive de LH à partir de 5 Novembre entraine une baisse de progestérone.

b- H1 : HCG : Elle est sécrétée seulement pendant un cycle avec fécondation et sa sécrétion commence après 7 jours après la fécondation et augmente en parallèle avec l'augmentation de la progestérone donc HCG est analogue de LH.

Elle est sécrétée par les cellules du **trophoblaste ou jeune placenta.**

4°) * Le HCG assure le maintien du corps jaune et stimule la production de la **progestérone** qui assure le maintien de la dentelle utérine d'où la disparition de la menstruation

*La progestérone exerce un RC- sur le CHH d'où sécrétion presque nul de LH

5°) Analyse

Avant l'injection de la substance S, les taux des hormones ovariennes et de la HCG sont croissants : Progestérone : de 0 à 35 UA et pour HCG : de O à 60 UA

- Suite à l'injection de la substance S vers la 6ème semaine, on note une chute de la HCG associée à la chute des taux des hormones ovariennes jusqu'à s'annuler
- Suite à l'injection de la substance S vers la 19ème semaine le taux plasmatique de progestérone continue à augmenter

a- Explication

La chute des taux des hormones ovariennes vers la 6ème semaine résulte de la régression du corps jaune. Cette régression s'explique par la chute du taux de HCG.

S a inhibé la sécrétion de HCG ou a provoqué sa dégradation.

* Au début de la grossesse (11 premières semaines) la progestérone est sécrétée par le corps jaune

* A partir de la 11ème semaine la progestérone est sécrétée par le placenta

b-

* L'injection de S à la 6ème semaine provoque un avortement suite à la chute du taux de progestérone

* L'injection de S à la 19ème semaine est sans effet sur la grossesse donc pas d'avortement

II/ Génétique des diploïdes (5 points) :

1°) Les parents diffèrent par deux caractères → il s'agit de di hybridisme.

Le 1er croisement entre V1 et V2 donne une descendance hétérogène présentant 3 phénotypes de proportion ¼ ¼ ½ d'où V1 et V2 ne sont pas pures.

- **<u>1er caractère</u>** : taille des fruits. Le croisement entre V1 [gros] avec V2 [petit] donne une descendance homogène 100% [gros], donc c'est un cas de dominance absolue. Soit le couple d'allèle (G,p) avec **G** allèle qui correspond au [gros] et **p** allèle qui correspond au [petit] **; G>p**

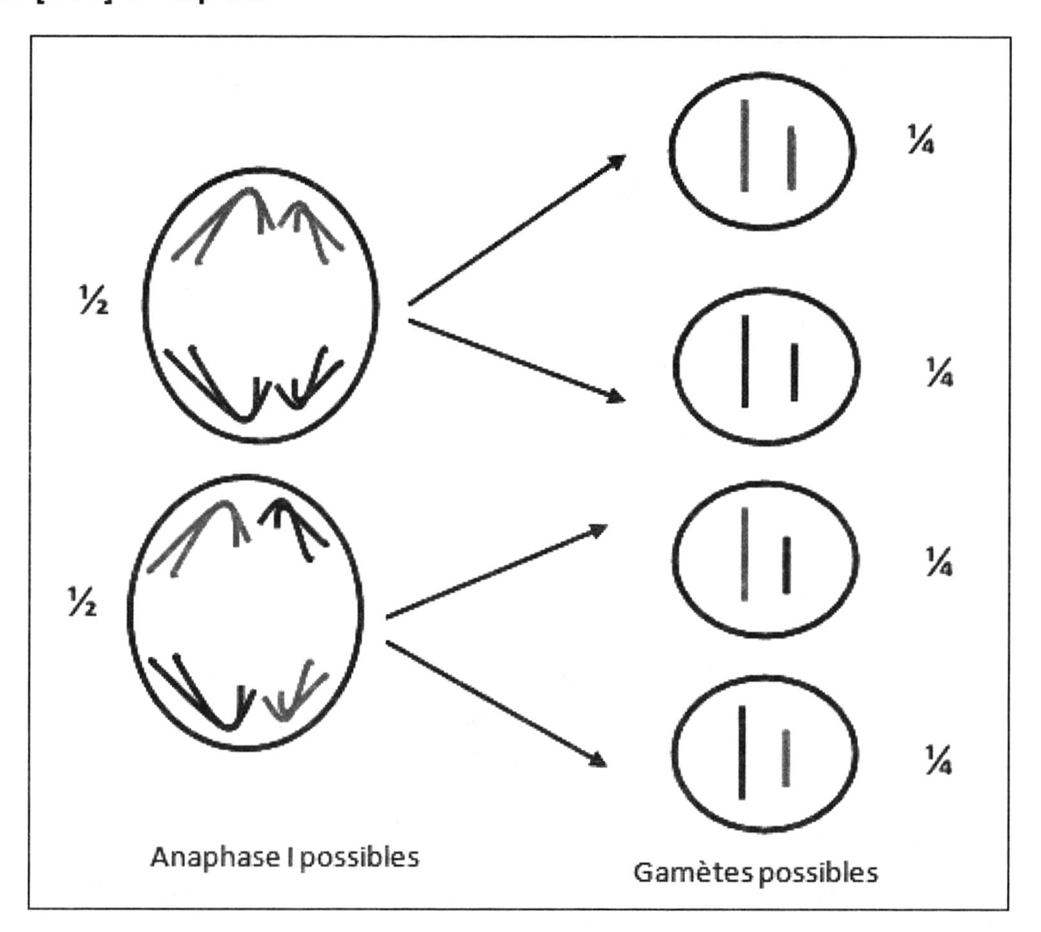
- **<u>2ème caractère</u> :** maturation des fruits. Le croisement entre V1 [ralentie] avec V2 [ralentie] donne une descendance hétérogène de proportion ¼ [rapide] ¼[inhibé] ½ [ralentie] ce sont les proportions de la F2 de monohybridisme avec codominance. Soit le couple d'allèle (R,I) avec **R** allèle qui correspond au [rapide] et **I** allèle qui correspond au[inhibé] ; **R=I**

2°) a : Le 2ème croisement entre V3 [G RI] et V4 [G I] donne une descendance hétérogène présentant 4 phénotypes équiprobables 2 à 2 de proportion 3/8, 3/8, 1/8, 1/8.
Si on considère chaque caractère à part :
<u>1er caractère</u> : taille des fruits. Le croisement entre V3 [G] avec V4 [G] donne ¾ [G] + ¼ [p]

<u>2ème caractère</u> : maturation des fruits. Le croisement entre V3 [RI] avec V4 [I] donne ½ [RI] ½ [I]
Si les deux gènes sont indépendants alors le résultat de dihybridisme est le produit de 2 monohybridisme c'est-à-dire (¾ [G] + ¼ [p]) x (½ [RI] ½ [I]) = 3/8 [G RI] + 3/8 [G I]+ 1/8 [p RI] + 1/8 [p I] ces résultats théoriques coïncident les résultats expérimentaux donc les deux gènes sont indépendants.

b : V3 [G RI] → G//p R//I V4 [G I]→ G//p I//I

3°) V3 [G RI] → G//p R//I



4°) V3 [G RI] x V3 [G RI]
G//p R//I x G//p R//I

<u>1er caractère</u> : taille. Le croisement entre V3 [G] avec V4 [G] donne ¾ [G] + ¼ [p]
<u>2ème caractère</u> : maturation. Le croisement entre V3 [RI] avec V4 [RI] donne
Le résultat de dihybridisme est le produit de 2 monohybridisme (¾ [G] + ¼ [p]) x (½[RI]+ ¼ [R]+ ¼ [I]) =
6/16 [G RI] + 3/16 [G I]+ 3/16 [G R] + 2/16 [p RI]+ 1/16 [p I]+ 1/16 [p R] → 960/16 = 60
360 [G RI] + 180 [G I]+ 180 [G R] + 120 [p RI]+ 60 [p I]+ 60 [p R]



DUREE : 3 H

EPREUVE -1-

CORRECTION

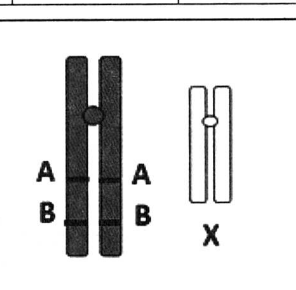
PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (8 points)

A / QCM :

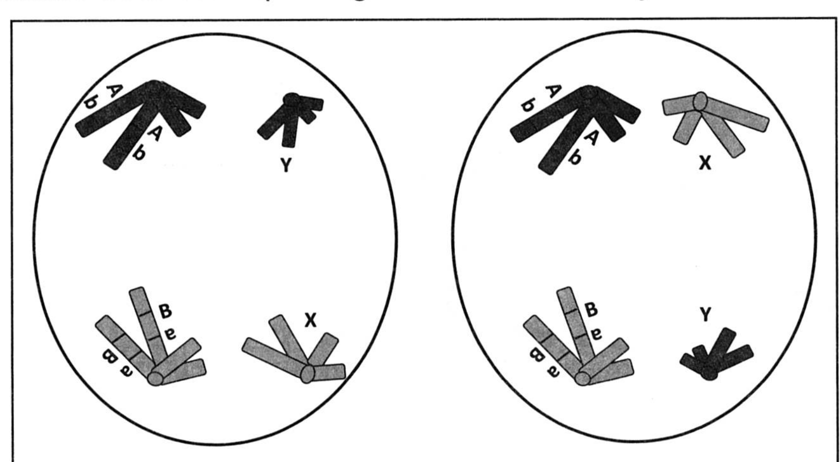
1	2	3	4	5	6	7	8
b-c	c-d	b-d	a-c	b	c	a	d

B /

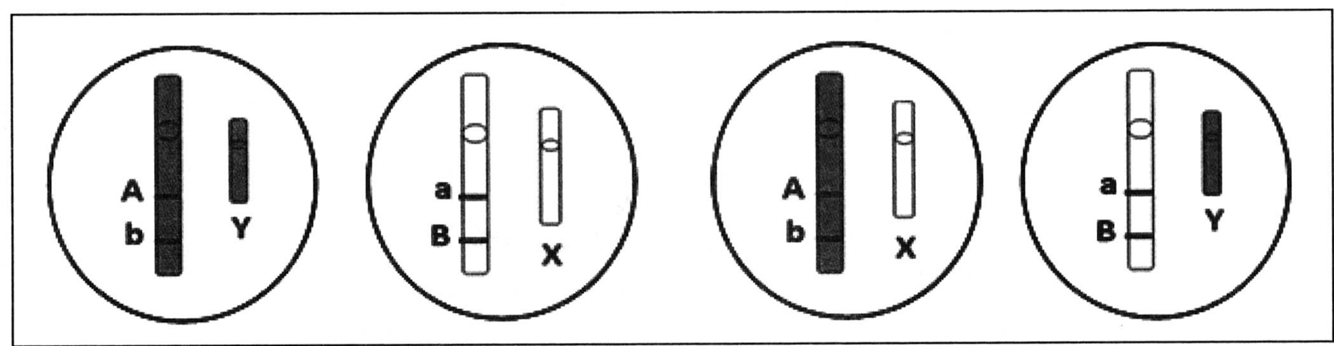
1°) La garniture chromosomique du gamète femelle : ovocyte II est :



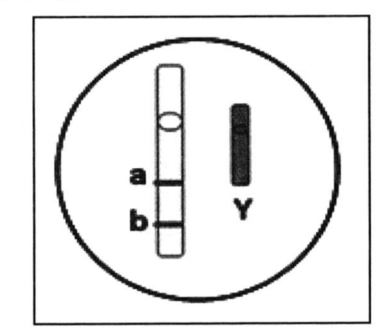
2°) a-



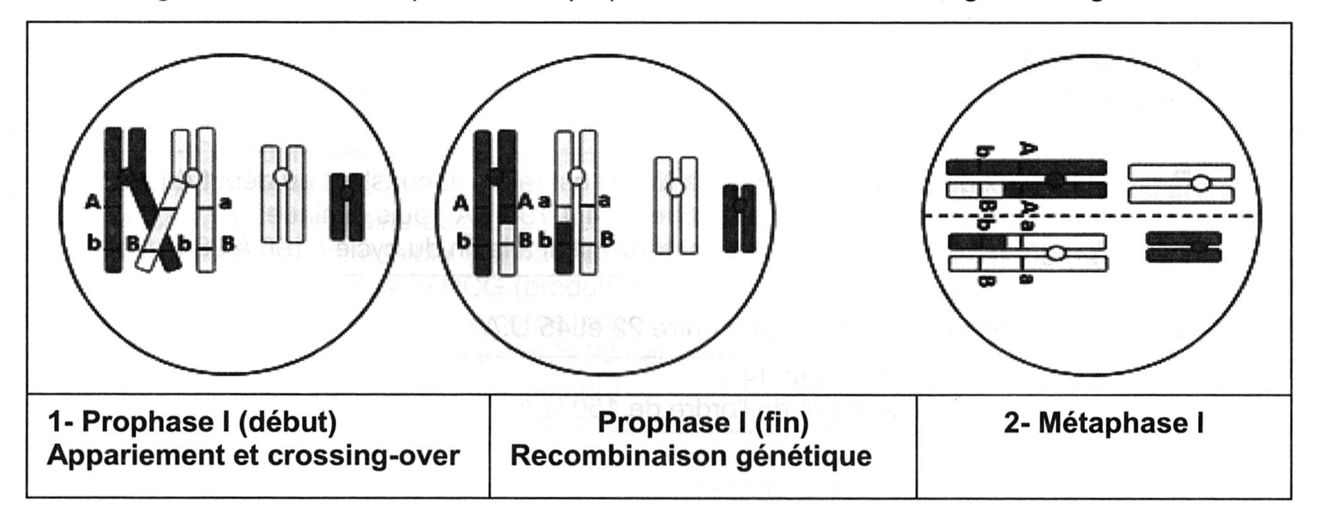
b- Les garnitures chromosomiques possibles des gamètes produits par le père :



3°) a- La garniture chromosomique du gamète mâle est :



b- Le brassage intra chromosomique lors de la prophase I de la méiose est à l'origine de ce gamète mâle.



1- Prophase I (début) Appariement et crossing-over	Prophase I (fin) Recombinaison génétique	2- Métaphase I

3- Anaphase I

4- Télophase I

5- Métaphase II

6- Anaphase II

7- Télophase II

N.B : *Gamète mâle

DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (12 points)

I/ Procréation : (7 points)

1°) Exploitation du document 3

Hormone	**H1**
Mme B	* Le taux de d'hormone H1 chez **Mme B** est faible et constant au début du cycle puis il présente un pic important vers 14j (198 UA) puis diminue progressivement pour revenir au taux initial à la fin du cycle (198 à 28 U.A)
Mme A	- pas de pic vers le jour 14 . - taux faible et constant varie entre 22 et 45 U.A
Mme C	- pas de pic vers le jour 14 . - taux constant et élevé de l'ordre de 150 U.A

a- Donc l'hormone **H1 est LH.**

b- Hypothèses :

Femme	**Mme A**	**Mme B**	**Mme C**
Hypothèses	-Femme enceinte. -Femme sous pilule combinée	Femme normale	Femme ménopausée

2°) Exploitation du document 4 :

Hormone	**Progestérone**
Graphe 1	Le taux de progestérone est nul pendant la phase folliculaire puis augmente à partir du 14j et atteint un seul pic (12ng/ml)vers le milieu de la phase lutéinique (variation normale de progestérone)
Graphe 2	Le taux de progestérone est presque nul tout le long du cycle .
Graphe 3	Le taux de progestérone demeure élevé et croissant .

a-

*Le graphe 1 correspond au Mme B .
*Le graphe 2 correspond au Mme C
*Le graphe 3 correspond au Mme A

b-

Confirmation des hypothèses :

***Mme A :** est une femme enceinte. ***Mme C:** est une femme ménopausée .
***Mme B :** est une femme normale .

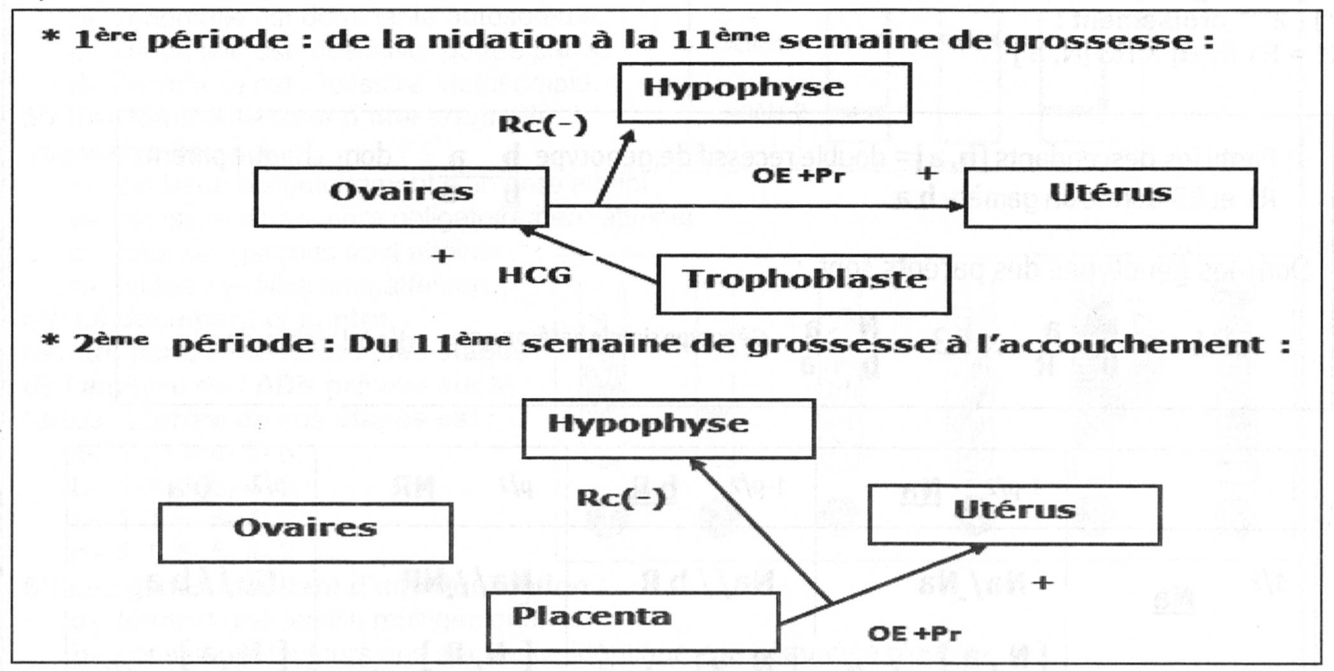
3°) Analyse du document 5 :

*Avant l'injection de H2, le taux de la progestérone présente augmente normalement et atteint un pic de 10 $ngmL^{-1}$ le 21j puis diminue jusqu'a s'annuler le 28j du cycle .
*Suite à l'injection de H2 , le taux de la progestérone ne chute pas mais on remarque une augmentation de la sécrétion de la progestérone qui atteint la valeur de 30ngmL-1 puis diminue jusqu'à s'annuler après quelques jours d'un cycle normal (il y a une prolongement du cycle sexuel) .

a- l'hormone H2 peut être LH ou HCG .

b- Déduction : Relation entre H2 et progestérone : La LH ou HCG stimule le corps jaune (qui se maintient développé) et continue à sécréter la progestérone .

4°)
***H2 : HCG :** Elle sécrétée seulement pendant un cycle avec fécondation et sa sécrétion commence après 6 à 7 jours après la fécondation (début du nidation) et augmente en parallèle avec l'augmentation de la progestérone .
***De la nidation jusqu'au 11ème semaine de grossesse :**
-Le taux de HCG augmente progressivement à partir du 1ère jour de nidation et atteint le maximum (80 UI/ml) vers le 8ème semaine de grossesse (en parallèle avec l'augmentation de la progestérone) puis diminue jusqu'à 11ème semaine de grossesse .
-la masse du placenta reste faible pendant cette période .
Déduction : On peut dire que le HCG (produit par le jeune placenta ou trophoblaste) stimule la production de la progestérone par le corps jaune .
***Du 11ème semaine de grossesse jusqu'à 28 semaine de grossesse :**
-le taux de HCG reste très faible (presque nul) .
- le taux de progestérone augmente en parallèle avec l'augmentation de la masse du placenta (atteint maximum 500 g) .
Déduction : on peut dire que le placenta développé sécrète la progestérone .
5°)



II/ Génétique des diploïdes (5 points) :
1°) Il s'agit de la transmission de 2 caractères héréditaires (couleur de la fourrure et l'aspect de la fourrure) ,c'est à dire de 2 couples d'allèles: c'est un cas de **dihybridisme.**
Le croisement de R1 de phénotype [noire , rude] avec R2 de phénotype aussi [noire , rude] donne parmi les descendants des renardeaux de phénotype [blanc , angora] . donc les allèles blanc et angora de ce phénotype étaient cachés dans les génotypes des parents donc ils sont récessifs .
Donc il s'agit de dominance absolue pour les 2 caractères .
***Pour le caractère couleur de la fourrure :** on pose le couple d'allèles (N , b) avec :
-l'allèle N qui détermine la couleur noir de la fourrure
-l'allèle b qui détermine la couleur blanche de la fourrure avec **N> b**
***Pour le caractère l'aspect de la fourrure :** on pose le couple d'allèles (R , a) avec :
-l'allèle R qui détermine l'aspect rude de la fourrure
-l'allèle a qui détermine l'aspect angora de la fourrure avec **R> a**

2°) *si les 2 gènes sont liés donc le génotype de R1 et R2 est **Na//b R**

*si les 2 gènes sont indépendants donc le génotype de R1 et R2 est : $\frac{N}{b}\frac{a}{R}$

3°) le croisement entre R1 et R2 est un croisement entre F1x F1 donne une descendance F2 .

H1 : Si les 2 gènes sont indépendants : dans ce cas la génération F2 présente une répartition phénotypique au 16ème (9/16 , 3/16 , 3/16 et 1/16) or ce n'est pas le cas car l'un des individus de F2 : [b,a] = 1%= 0,01 ≠ 1/16 (0,0625) **donc** n'est pas au 16ème **d'où l'hypothèse 1 est à rejeter donc les 2 gènes sont liés**

H2 : si les 2 gènes sont liés avec linkage absolu : dans ce cas la F2 présente une répartition phénotypique **¾ , ¼ ou ¼ , ½ , ¼** or ce n'est pas le cas car l'un des individus de F2 : [b, a] = 1%= 0,01 ≠ ¼ (0,25) **d'où l'hypothèse 2 est à rejeter**

les 2 gènes sont liés avec linkage partiel .donc le génotype de R1=R2 est $\frac{N \quad a}{b \quad R}$ car l'individu [b, a] est double récessif et recombiné (car de pourcentage minoritaire =1%) .

4°) Puisqu'il ne s'agit pas de drosophile donc chaque individus (mâle ou femelle) de F1 donne 4 types de gamètes : 2 types de gamètes parentaux majoritaires (1-p)/2 , (1-p)/2 et 2 types de gamètes recombinés minoritaires p/2, p/2 donc l'un des individus recombinés de la F2 [b, a]doit avoir une proportion **($p^2/4$)** donc p= 2% et par conséquent la distance entre les 2 gènes est **dg1-g2= 2 CM**

5°) 2ème croisement :

R1 = F1 [N,R] X R3 [N, a]

Parmi les descendants **[b, a]**= double récessif de génotype $\frac{b \quad a}{b \quad a}$ donc chaque parent R1 et R3 donne un gamète b a

Donc les génotypes des parents sont :

R1 : $\frac{N \quad a}{b \quad R}$ x R3 $\frac{N \quad a}{b \quad a}$ **Génotype simple hétérozygote** d'où l'échiquier

	1-p/2 **Na**	1-p/2 **b R**	p/2 **NR**	p/2 **b a**
1/2 **Na**	**Na/ Na** **[N , a]** 1-p/4	**Na// b R** **[N ,R]** 1-p/4	**Na// NR** **[N, R]** p/4	**Na// b a** **[N ,a]** p/4
1/2 **b a**	**b a// Na** **[N ,a]** 1-p/4	**b a// b R** **[b ,R]** 1-p/4	**b a// NR** **[N ,R]** p/4	**b a// na** **[b , a]** p/4

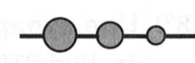
[N,a]= 2(1-p/4) + p/4 = 49,5 % soit 495 sur 1000 individus

[N ,R]= 1-p/4 + 2 p/4 = 25,5% soit 255 sur 1000 individus

[b ,R]= 1-p/4 = 24,5% soit 245 sur 1000 individus

[b,a]= p/4 = 0,5 % soit 5 sur 1000 individus

2ÈME TRIMESTRE

DEVOIR DE CONTROLE N°2 

DUREE : 2 H

EPREUVE -1-

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (12 points)

A / QCM : (4 points) 0,5 x 8 = 4

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

1°/ Si l'anomalie est **récessive et qu'un père normal a donné une fille atteinte, c'est que (') :**

- **a-** l'anomalie est nécessairement autosomale.
- **b-** l'anomalie est nécessairement liée au sexe.
- **c-** un individu malade doit hériter l'allèle de la maladie de l'un de ses parents.
- **d-** un individu malade doit hériter l'allèle de la maladie de chacun de ses deux parents.

2°/ Un couple phénotypiquement sain présente une grossesse à risque pour une anomalie. Le résultat du diagnostic prénatal est ci-contre :

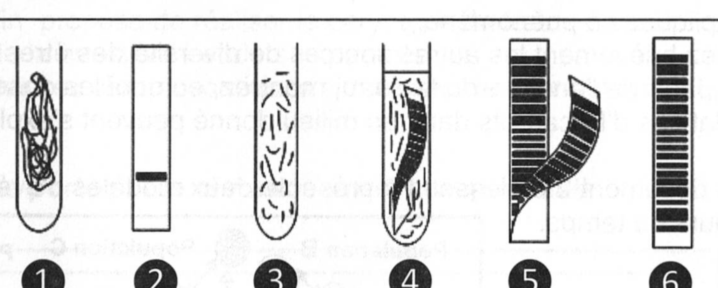
Mère Père Fœtus
Allèle 1
Allèle 2

- **a-** l'anomalie est dominante portée par X.
- **b-** l'anomalie est dominante autosomale.
- **c-** l'anomalie est récessive portée par X.
- **d-** l'anomalie est récessive autosomale.

3°/ Une femme atteinte d'une anomalie récessive liée à X :

- **a-** est issue obligatoirement d'un père atteint.
- **b-** est issue d'une mère obligatoirement atteinte
- **c-** tous ses garçons sont atteints .
- **d-** toutes ses filles sont atteintes.

4°/ Le document ci-contre montre dans le désordre , les étapes de l'analyse de l'ADN prélevé sur le fœtus . L'ordre de ces étapes est :



- **a-** 1-2 -3- 4- 5- 6.
- **b-** 1-3- 5- 6- 4- 2.
- **c-** 1-3- 6- 5- 4- 2.
- **d-** 3-1- 6- 5- 4- 2.

5°/ Les gènes résultant d'une duplication :

- **a-** forment une famille multigénique.
- **b-** conservent toujours une séquence identique à la séquence d'origine .
- **c-** sont obligatoirement situés sur le même chromosome que le gène ancestral .
- **d-** ne se dupliqueront qu'une seule fois.

6°/ Le tableau ci-contre donne les pourcentages des acides aminés communs au niveau d'une protéine existant chez trois espèces A, B et C .on peut comprendre que :

	A	B
C	78%	68%
B	61%	

- **a-** le degré de parenté le plus fort existe entre A et B.
- **b-** le degré de parenté le plus fort existe entre B et C.
- **c-** l'ancêtre commun le plus proche dans le temps est entre A et C.
- **d-** les ressemblances constituent une preuve anatomique de l'évolution.

7°/ La gaine de myéline :

- **a-** entoure les axones ou les dendrites des fibres amyélinisées .
- **b-** peut être formée par les cellules de Schwann ou par les cellules gliales .
- **c-** est interrompue au niveau des nœud de Ranvier .
- **d-** est entourée par la gaine de Schwann au niveau de la substance blanche.

8°/ Une synapse neuro-neuronique est :

- **a-** une espace située entre deux neurones.
- **b-** une zone de contact entre les boutons synaptiques de deux neurones .
- **c-** une zone de contact entre les boutons synaptiques du neurone post-synaptique et l'axone du neurone pré-synaptique .
- **d-** une zone de contact entre qui peut être entre le corps cellulaire du neurone post-synaptique et les boutons synaptiques du neurone pré-synaptique .

B/ L'Escargot ***Cepaea nemoralis*** d'Europe, présente des coquilles avec des colorations très variables. On peut distinguer deux populations, l'une à coquille claire, l'autre à coquille sombre. Les prédateurs de ces escargots sont nombreux, en particulier la *Grive musicienne.* Celle-ci casse la coquille sur des cailloux et mange les parties molles. Dans une forêt, milieu sombre et fermé, il est alors possible de comparer au même moment le nombre des individus mangés et celui des vivants. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau du document 1 ci-dessous :

	Coquilles claires		**Coquilles sombres**	
Escargots	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Mangés (coquilles brisées)	107	62.2	80	46.5
Vivants	65	37.8	92	53.5

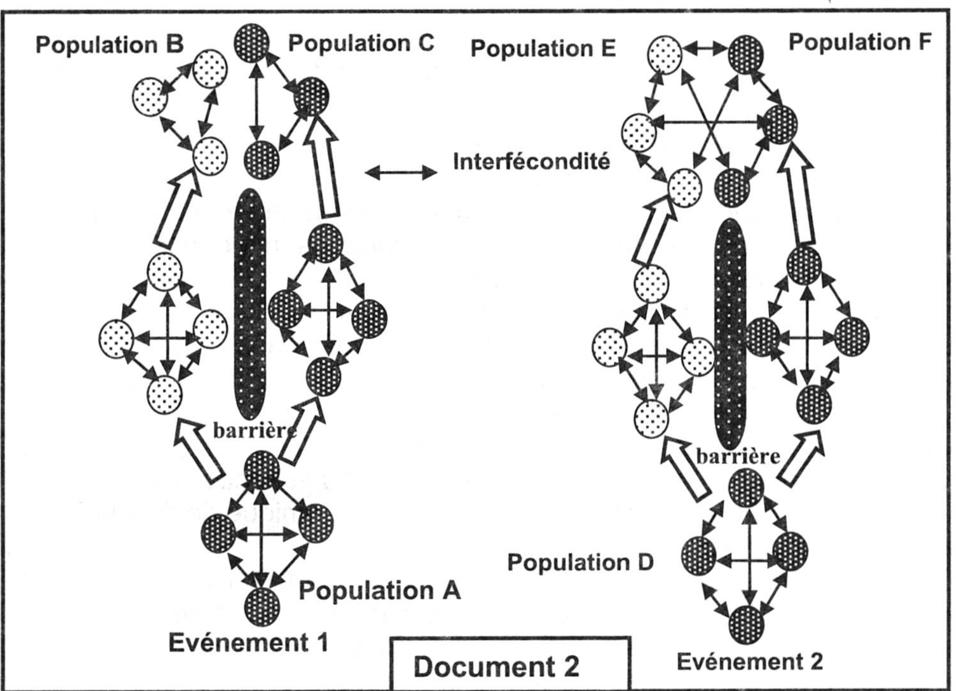
Document 1

1°) a- Quel est le phénomène responsable de la diversité des phénotypes dans ce cas ? 0,25
b- Expliquez ce phénomène. 0,75
c- Citez brièvement les autres sources de diversité des êtres vivants. 0,5
2°) A partir de l'analyse du tableau, montrez, en quoi les observations sur la composition des populations d'Escargots dans un milieu donné peuvent s'expliquer par un mécanisme de l'évolution 1,25

C/ Le document 2 ci-dessous représente deux modèles d'événements qui peuvent se dérouler au cours du temps.

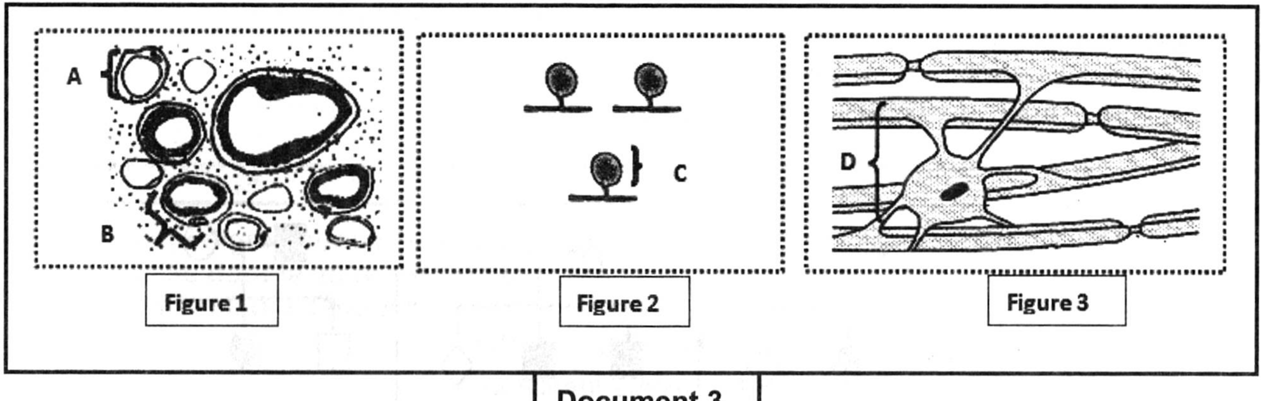
Question : 0,75

Dans quel modèle, il y a une spéciation Expliquez votre choix . 1,25 1



Document 2

D/ Les figures 1 , 2 et 3 du document 3 représentent 3 schémas d'interprétation à des échelles différentes , des structures de tissu nerveux .



Document 3

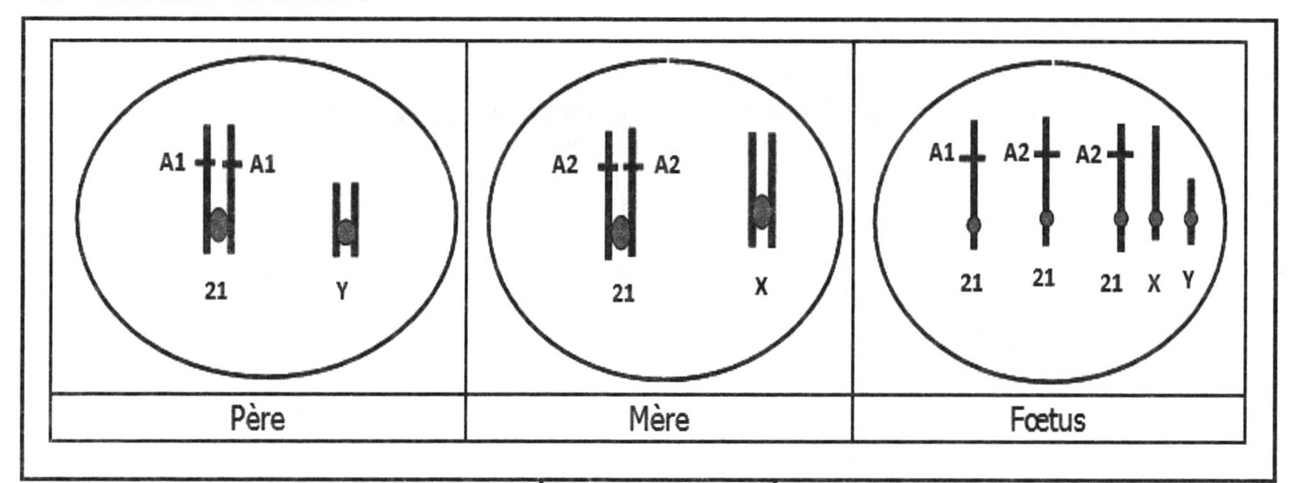
1°) Identifiez les éléments A, B, C et D du document 3 en précisant à quel niveau du tissu nerveux ils se trouvent. 1
2°) Faites des schémas légendés des éléments A et B en coupe longitudinale . 1
3°) Proposez une observation clinique qui montre la continuité entre ces structures . 1,25

DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (8 points)

Exercice N°1 : (3 points)

Un couple âgé attend un enfant, le médecin propose de réaliser le caryotype du fœtus à partir de l'un des prélèvements des tissus fœtaux de la question 1 et de ses parents .
Le document 4 suivant représente les garnitures chromosomiques simplifiées du spermatocyte II , de l'ovocyte II et du fœtus en question.

N.B : (A_1 et A_2) sont les allèles d'un gène porté par le chromosome 21 responsable d'un caractère héréditaire.



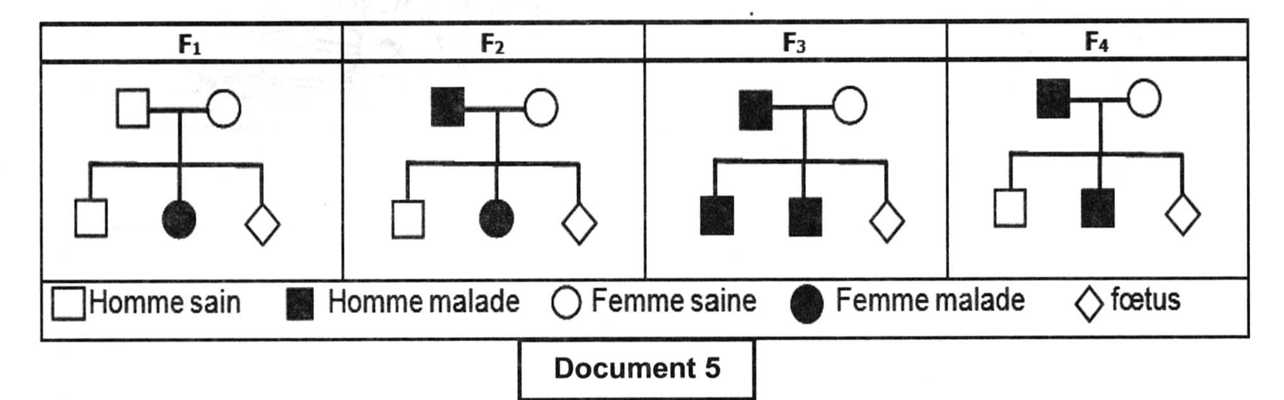
Document 4

1°) Analysez le caryotype du fœtus que peut-on conclure sur son état de santé. Justifiez 1
2°) Expliquez schémas à l'appui, l'origine de l'anomalie présente dans le caryotype du fœtus. 1,5

Exercice N°2 : (5,5 points)

On se propose d'étudier les modes de transmission de quatre maladies M_1, M_2, M_3 et M_4 chez quatre familles **F_1, F_2, F_3 et F_4.**

- ❖ Le document 5 représente les arbres généalogiques des quatre familles.
- ❖ Le document 6 résume les modes de transmission de quatre maladies.



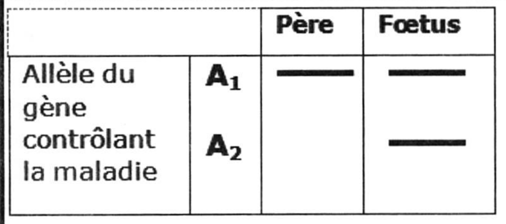
Document 5

Modes de transmission des maladies			
M_1 : maladie contrôlée par un allèle porté par le chromosome sexuel Y	**M_2 :** maladie contrôlée par un allèle dominant porté par le chromosome sexuel X	**M_3 :** maladie contrôlée par un allèle récessif porté par un autosome	**M_4 :** maladie contrôlée par un allèle récessif porté par le chromosome sexuel X

Document 6

1°) Faites correspondre la maladie présente dans chacune des familles **F_1, F_2, F_3 et F_4** à son mode de transmission **M_1, M_2, M_3 et M_4.** Justifiez . 1,5

2°) Le document 7 représente le résultat de l'électrophorèse de l'ADN du gène responsable de la maladie chez le père et chez l'un des quatre fœtus appartenant aux familles **F_1, F_2, F_3 et F_4.**



		Père	Fœtus
Allèle du gène contrôlant la maladie	A_1	——	——
	A_2		——

Document 7

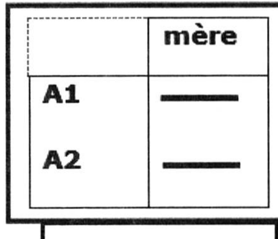
En vous basant sur les données des documents 5 ,6 et 7 :

a- Déterminez le (ou les) fœtus auquel (auxquels) peut correspondre ce résultat. 0,75

b- Identifiez parmi les allèles **A_1 et A_2** l'allèle normal et l'allèle responsable de la maladie. 0,5

c- Déterminez l'état de santé et le sexe de ce(s) fœtus. 0,5

3°) Le document 8 représente le résultat de l'électrophorèse de l'ADN du gène responsable de la maladie chez la mère.



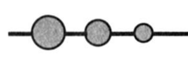
	mère
A1	——
A2	——

Document 8

Exploitez les informations des documents 5 , 6 , 7 et 8 en vue :

a- D'identifier la famille à laquelle appartient ce fœtus. 1

b- Écrivez les génotypes de cette famille. 1,25



DUREE : 2 H

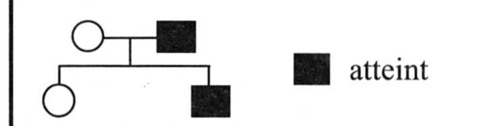
EPREUVE -2 -

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (12 points)

A / QCM : (4 points) 0,5 x 8 = 4

Relever pour chaque item, la ou (les deux) affirmation(s) correcte(s) :

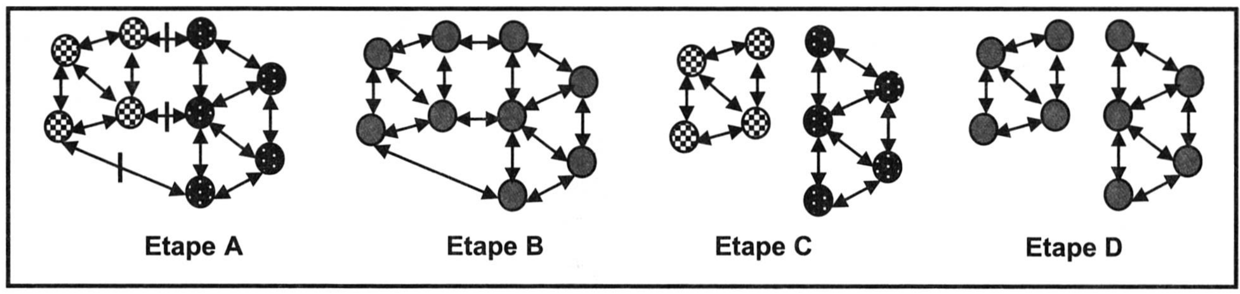
1°/ Dans le pédigrée ci-contre montre la transmission d'une maladie héréditaire d'une famille dont la mère est homozygote :
l'allèle de la maladie peut-être:



- **a-** porté par Y.
- **b-** récessif autosomal.
- **c-** récessif porté par X.
- **d-**dominant autosomal.

2°/ Une anomalie récessive liée au chromosome sexuel X est transmise :
- **a-** par des parents phénotypiquement sains à tous les garçons.
- **b-** par une mère phénotypiquement saine à tous ses fils.
- **c-** par un père phénotypiquement sain à ses fils.
- **d-** d'une mère malade à tous ses garçons.

3°/ Le document ci-dessous illustre les étapes de la spéciation chez le pinson :



- **a-** l'ordre chronologique des étapes de la spéciation est B - D - A – C
- **b-** l'ordre chronologique des étapes de la spéciation est B - C - D - A
- **c-** l'isolement reproductif des deux populations est illustré par l'étape B.
- **d-** l'isolement géographique des deux populations est illustré par l'étape D.

4°/ Plus le nombre de différences est fort entre deux molécules homologues existant chez deux espèces :
- **a-** plus l'ancêtre commun est éloigné dans le temps.
- **b-** plus l'ancêtre commun est proche dans le temps.
- **c-** plus le degré de parenté est fort entre les deux espèces.
- **d-** plus le degré de parenté est faible entre les deux espèces.

5°/ L'homologie des cœurs de vertébrés montre :
- **a-** une complexification croissante.
- **b-** une complexification décroissante.
- **c-** la présence d'une phylogénie.
- **d-** une origine commune aux différents groupes.

6°/ Les nerfs sont constitués :
- **a-** uniquement par des dendrites.
- **b-** par des fibres nerveuses.
- **c-** uniquement par des axones .
- **d-** par des dendrites et des axones.

7°/ La poliomyélite est une maladie virale :

- **a-** qui détruit les fibres nerveuses des neurones .
- **b-** qui détruit les corps cellulaires des neurones en T .
- **c-** qui entraîne la paralysie musculaire .
- **d-** qui détruit les corps cellulaires de la corne antérieure de la moelle épinière.

8°/ La section de la racine antérieure d'un nerf rachidien entraîne :

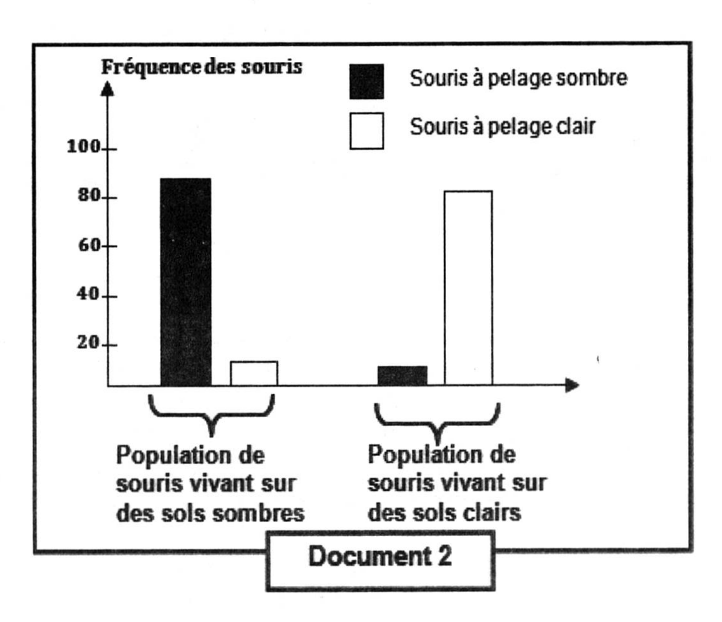
- **a-** la dégénérescence des fibres nerveuses dans la partie ventrale du nerf sectionné.
- **b-** la disparition de la sensibilité de la région du corps innervée par le nerf sectionné.
- **c-** la dégénérescence des fibres nerveuses dans la partie dorsale du nerf sectionné.
- **d-** la dégénérescence des corps cellulaires des fibres sectionnées.

B/ Dans l'Arizona (sud-ouest des États-Unis) vivent plusieurs populations de souris à abajoues (*Perognathus flavus*). Ces souris se distinguent par la couleur de leur pelage (pelage clair : souche sauvage ou pelage sombre) et leur milieu de vie (certaines peuplent des sols clairs et d'autres habitent sur des sols sombres) .
Le gène MCR1 du chromosome 16 est impliqué dans la production d'un pigment brun responsable de la couleur du pelage.
Le **document 1** représente une portion des séquences nucléotidiques des 2 allèles du gène MCR1.
Le **document 2** illustre la fréquence des souris selon la couleur du terrain.

Souris à abajoues au pelage clair	Souris à abajoues au pelage sombre
...ATGGTTCGGAT... Portion d'allèle « **d** » du gène MCR1	...ATGGCTCGGAT... Portion d'allèle « **D** » du gène MCR1

Document 1

N.B : L'aigle est le principal prédateur des souris à abajoues



Document 2

A partir d'une exploitation rigoureuse des **documents 1, 2** et les données :

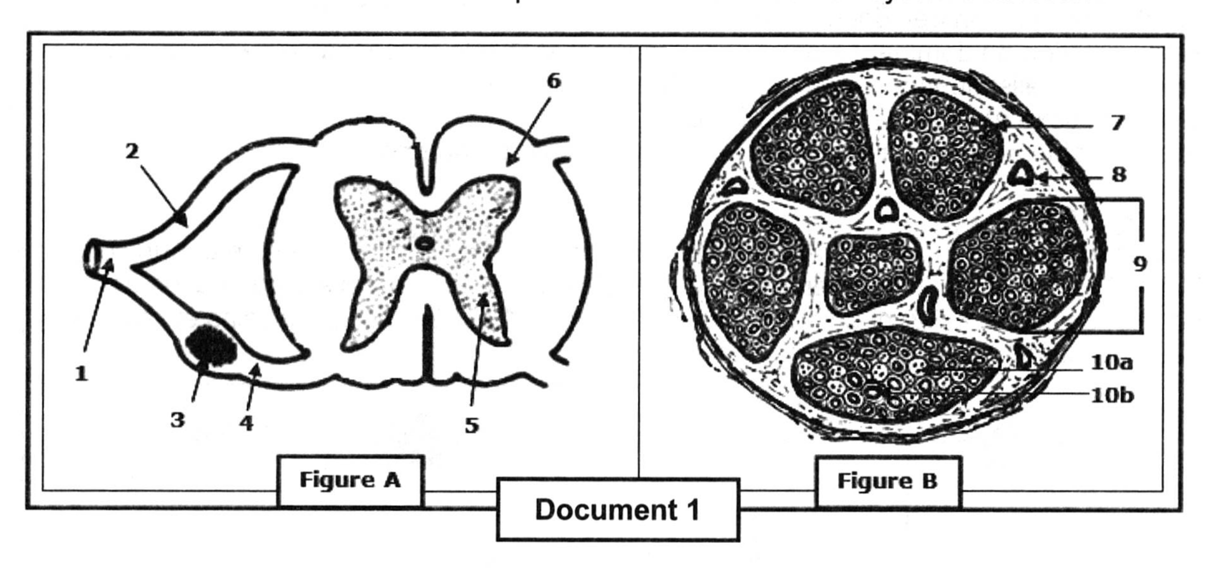
1°) Précisez l'origine de la différence du pelage observée chez les souris à abajoues. 1

2°)

a- Comparez les fréquences des souris sombres et claires en fonction du milieu de vie . 1

b- Expliquez la différence constatée dans la répartition des souris à abajoues dans les différents milieux afin de déduire le mécanisme contribuant à l'évolution de la diversité des populations des souris à abajoues. 1,5

C/ Le document 3 suivant montre des coupes réalisées au niveau du système nerveux .



Document 1

1°) Annotez les figures A et B et donnez à chacune un titre . 1,5

2°) Faites des schémas légendés représentant des coupes transversales au niveau des structures 10a et 10b de la figure B. 1

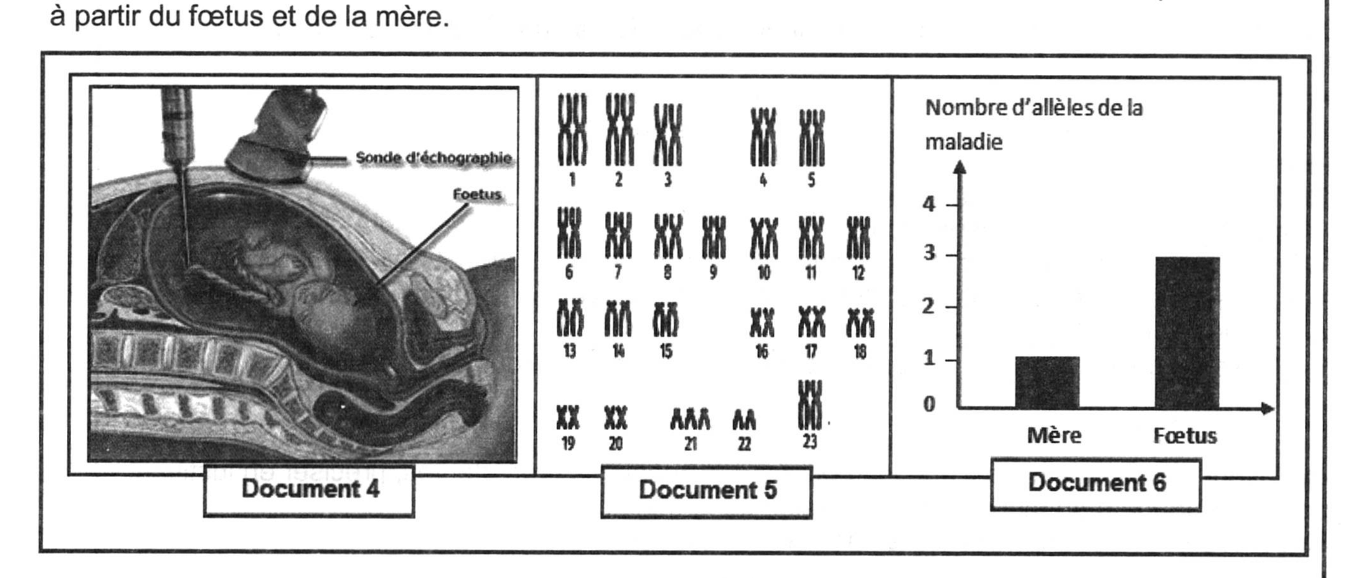
3°) Des observations microscopiques de tissu prélevé au niveau de la figure A montrent qu'il existe 2 types de neurones. Faites un schéma annoté de chaque type de neurone en précisant son emplacement . 1

4°) Quelles sont les conséquences de la section de l'élément 1 . 1

DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (8 points)

<u>Exercice N°1 :</u> (3 points)

Un couple phénotypiquement sain, ayant une maladie héréditaire dans la famille, procède à un diagnostic prénatal suite à des craintes sur l'état de santé de leur fœtus. Le médecin leur propose une technique de prélèvement des tissus fœtaux représentée par le document 4 .
Les documents 5 et 6 montrent les résultats de recherches effectuées sur les cellules prélevées à partir du fœtus et de la mère.

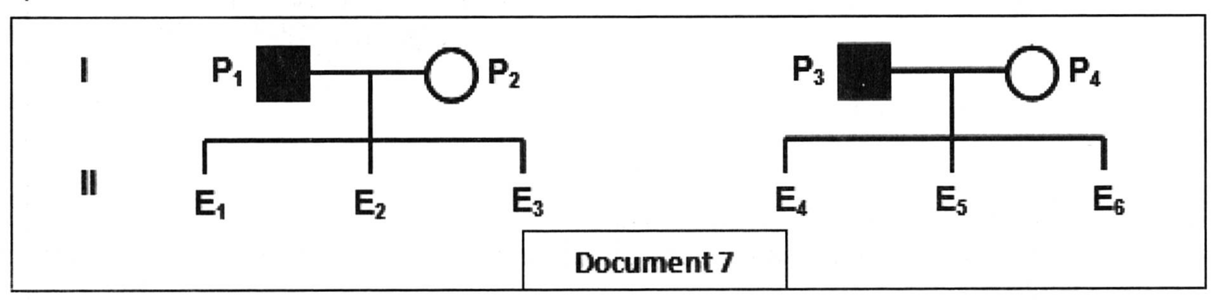


Document 4 Document 5 Document 6

1°) Précisez le nom de cette technique et le moment de la grossesse pour la pratiquer. 0,5
2°) A partir de l'exploitation des documents 5 et 6 :
a- Précisez la relation de dominance entre l'allèle normal et l'allèle responsable de la maladie. 0,5
b- Déterminez la localisation du gène responsable de cette maladie. 0,5
c- Déterminez le sexe et l'état de santé du fœtus. 0,5
d- Expliquez l'origine de l'anomalie présentée dans le caryotype du fœtus. 1

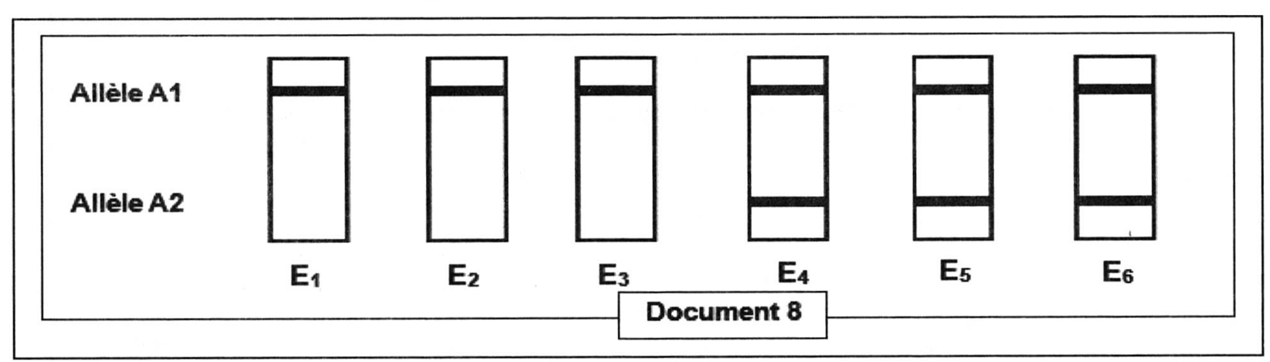
<u>Exercice N°2 :</u> (5 points)

On se propose d'étudier le mode de transmission d'une maladie héréditaire contrôlée par un couple d'allèle **(A1, A2).** Le document 7 présente l'arbre généalogique pour la première génération d'une famille pour un couple (P1, P2) et un autre couple (P3, P4), P1 et P2 sont des cousins et chaque couple a eu trois enfants.



Document 7

Le document 8 représente les résultats de l'électrophorèse de l'ADN du gène responsable cette maladie chez la deuxième génération dont trois enfants sont malades.



Document 8

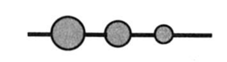
Les deux cousins **E3** et **E4** sont mariés et ont eu deux enfants : une fille malade hétérozygote et un fils sain.

A partir de l'exploitation des documents 7 et 8 avec les donnés :

1°) Déterminez en justifiant la relation de dominance entre A1 et A2. 0,75
2°) Montrez parmi A1 et A2, l'allèle sain et celui de la maladie. 0,75
3°) Reconnaissez les enfants malades. 0,5
4°) Discutez la localisation du gène étudié. 1
5°) A fin de valider l'une des hypothèses retenues précédemment, on fait le dénombrement des allèles du gène en question chez les 12 individus de la famille, les résultats obtenus sont figurés dans le tableau suivant :

Allèle du gène	Nombre d'allèles chez les individus étudiés
A1	**12**
A2	**6**

En exploitant ces résultats ainsi que les donnés des questions précédentes, préciser en justifiant l'hypothèse adéquate au mode de transmission de la maladie 1
6°) Reconstruisez l'arbre généalogique complète de cette famille. 1



EPREUVE -1-

CORRECTION

PREMIERE PARTIE : Restitution des connaissances (8 points)

A / QCM :

1	2	3	4	5	6	7	8
a-d	c	a-c	c	a-b	c	b-c	d

B/

1°)

a- La diversité des phénotypes chez les escargots est due à des mutations géniques

b- ce phénomène est due à une variation de la séquence du gène qui code pour la couleur des coquilles des escargots au cours de la réplication de l'ADN (par addition , délétion ou substitution des bases azotés) à l'origine de nouveaux allèles donc de nouveaux phénotypes .

c- Autres sources de diversité des êtres vivants sont :

***mutations chromosomiques :**

- par modification du nombre et structure des chromosomes.
- par amplification génique .

***la reproduction sexuée :** brassage au cours de la méiose et au cours de la fécondation .

2°) Analyse :

le tableau montre dans une forêt , milieu sombre et fermé :

*les escargots à coquilles claires : sur un nombre de 172 individus il y a 62.2 % mangés et 37.8% vivants .

*les escargots à coquilles sombres : sur un nombre de 172 individus , il y a 46.5% mangés et 53.5 % vivants .

Déduction :

cette forêt sombre a favorisée la forme sombre qui est moins visible par les prédateurs que la forme claire .Cette dernière est moins camouflée (plus visible) d'où elle sera attaquée par les prédateurs . donc il s'agit de la sélection naturelle qui est un mécanisme de l'évolution.

C/

IL y a une spéciation dans le modèle 1.

Explication :

Suite à l'apparition d'une barrière géographique la population A est subdivisée en deux sous populations. Ces deux sous populations ont été isolées géographiquement. Chacune d'elle va subir des mutations cumulées donnant deux populations B et C adaptées aux milieux différents et qui se reproduisent séparément. La rencontre des deux populations B et C montre la non fécondité entre eux d'où un isolement reproductif. —> Apparition de deux nouvelles espèces B et C à partir d'une espèce originelle par isolement géographique aboutissant à un isolement reproductif : il s'agit d'une **spéciation allopatrique** .

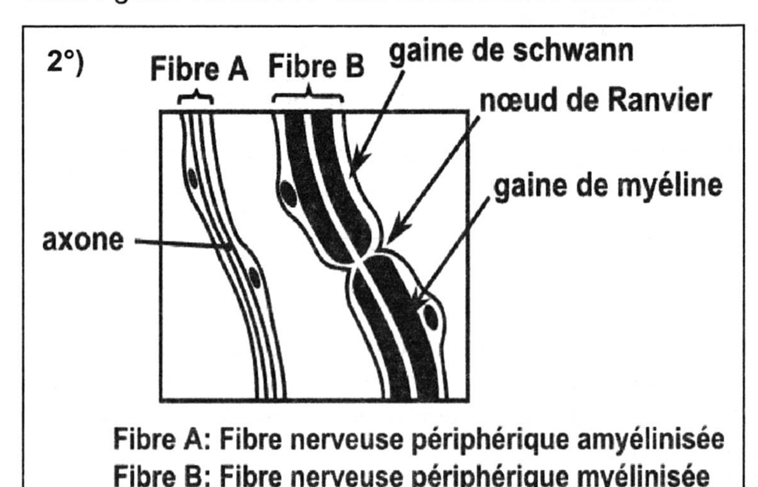
D/ 1°)

A= fibre nerveuse périphérique amyélinisée : Se trouvent dans le nerf

B = fibre nerveuse périphérique myélinisée : Se trouvent dans le nerf

C= corps cellulaire du neurone unipolaire : localisé dans le ganglion spinal .

D= cellule gliale : localisée dans la substance blanche



Fibre A: Fibre nerveuse périphérique amyélinisée

Fibre B: Fibre nerveuse périphérique myélinisée

3°) Observation médicale :

*Destruction des corps cellulaires de la substance grise de la moelle épinière par le virus de la poliomyélite

* Dégénérescence des fibres nerveuses périphériques en relation avec les muscles devenus paralysés

Conclusion :

les fibres périphériques qui ont dégénérées étaient en relation avec les corps cellulaires détruits par le virus.

DEUXIEME PARTIE : Mobilisation des connaissances (8 points)

Exercice N°1 :

1°) a- Le fœtus présente 3 chromosomes 21 au lieu de 2 chrs seulement donc il est atteint d'une trisomie 21 .

Justification : Le fœtus présente 2 chrs 21 parmi 3 qui comporte 2 allèles A2 qui existent seulement chez l'ovocyte II de la mère donc l'ovogenèse est anormale .De plus l'ovocyte II présente un chrs 21 dupliqué donc la division réductionnelle est normale mais dans le caryotype du fœtus on trouve 2 chrs 21 simples portant l'allèle A2 donc la division équationnelle est anormale .

b-

Père
Spermatocyte II
A1 A1
21 Y
D.E normale
Spermatides
A1 21 Y
A1 21 Y
Spermatozoïdes
A1 21 Y
A1 21 Y
n chrs

Mère
A2 A2
21 X
Ovocyte II bloqué en MII
Fécondation
D.E anormale
ovotide
A2 A2
21 21 X
n+1 chrs
X
2ème G.P
A1 A2 A2
21 21 21 X Y
Fœtus à 2n+1 = 47 chrs

Exercice N°2 :

1°)

Familles	**F1**	**F3**	**F4**	**F2**
Mode de transmission	M3	M1	M4	M2
Justification	Les deux parents sains ont eu un enfant atteint →récessive. La fille est atteinte et son père est sain → n'est pas liée au sexe	Aucune fille n'est atteinte. La maladie se transmet du père au fils	Le fils atteint et sa mère saine n'appartient pas à M2. Le fils atteint hérite l'allèle de la maladie de sa mère qui doit être hétérozygote	Le père atteint transmet la maladie à sa fille qui doit être atteinte

2°)

a- Si le fœtus appartient à F3 il doit avoir un seul allèle or le fœtus porte 2 allèles.
Si le fœtus appartient à F1, son père doit être hétérozygote or le père possède un seul type d'allèle.
→ Le fœtus peut appartenir à F2 ou F4.

b- Le père, que ce soit de F2 ou de F4, est malade et possède seulement l'allèle A1 d'où A1 correspond à l'allèle de la maladie et A2 correspond à l'allèle sain.

c - si le fœtus appartient à F2 il sera une fille malade.
- si le fœtus appartient à F4 il sera une fille saine.

3°)

a- Si le fœtus appartient à F2, sa mère saine doit être homozygote de génotype $X_{A2}//X_{A2}$ or la mère possède les deux types d'allèle. → le fœtus appartient à F4.

b- père : $\mathbf{X_{A1}//Y}$ mère : $\mathbf{X_{A2}//X_{A1}}$ fils sain : $\mathbf{X_{A2}//Y}$ fils malade : $\mathbf{X_{A1}//Y}$ fœtus : $\mathbf{X_{A2}//X_{A1}}$

Exercice N°2 :

1°)
Si l'allèle A1 était l'allèle dominant, les individus de la deuxième génération doivent être tous malades ou tous sains. Or, d'après les donnés il y a 3 individus seulement qui sont malades Donc, **A1 ne peut être que récessif et A2 est l'allèle dominant.**

2°)
D'après les donnés le couple **(E3, E4)** ont une fille malade et hétérozygote donc l'allèle de la maladie est dominant **(A2)** alors que l'allèle sain est récessif **(A1) . A2 > A1**

3°) Les enfants E4, E5 et E6 sont de génotypes hétérozygotes et sachant que la maladie est dominante donc ils sont malades .

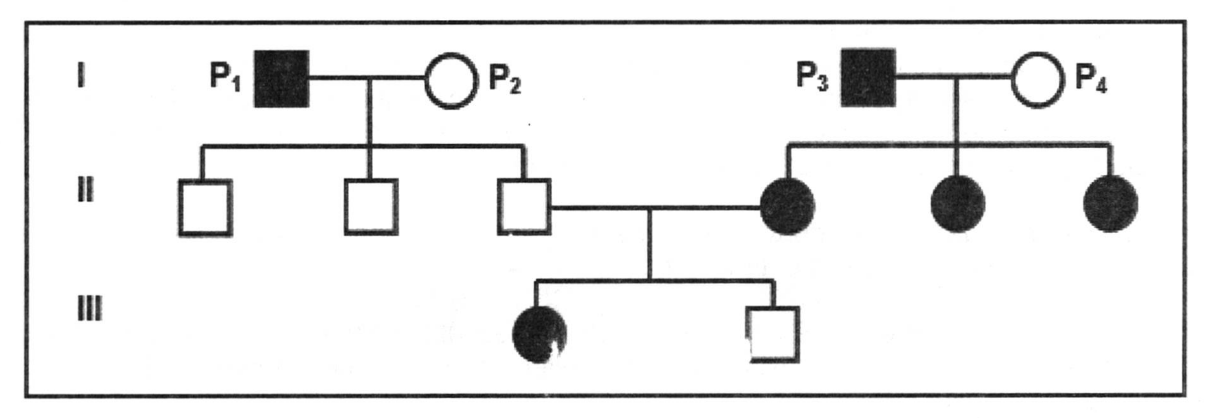
4°)
***Hypothèse 1 : L'allèle de la maladie est dominant porté par y :**
Dans on ne peut pas avoir des filles malades or ce n'est pas le cas car le couple (E3, E4) donne une fille malade donc l'hypothèse 1 est à rejeter.

***Hypothèse 2 : L'allèle de la maladie est dominant autosomal :**
Pour les couples (P1,P2) et (P3,P4) un père malade de génotype (A2//A1) et une mère saine de génotype (A1//A1) donne des enfants malades hétérozygotes (E4, E5 et E6) et des enfants sains homozygotes
(E1, E2 et E3) ce qui est en accord avec les pedigree d'où l'hypothèse 2 est à retenir .

***Hypothèse 3 : L'allèle de la maladie est dominant porté par X :**
Pour les couples (P1,P2) et (P3,P4) un père malade de génotype (XA2//Y) et une mère saine de génotype (XA1//XA1) donne des filles malades hétérozygotes (XA2//XA1) (E4, E5 et E6) et des fils sains homozygotes (XA1//Y) (E1, E2 et E3) ce qui est en accord avec les pedigree d'où l'hypothèse 3 est à retenir .

5°) Si la maladie est dominante autosomale , le nombre des allèles sains (A1) de la famille doit être :
E1+E2+E3= (3x2) A1 = 6 A1 , **E4+E5+E6 = 3x1 A1 = 3A1** ; **P1 + P3= 2x 1 (A1) = 2 A1**
P2+P4= 2x 2 A1= 4 A1 , une fille malade hétérozygote = **1 A1** , un fils sain = **2 A1** donc au total pour les 12 individus de la famille on aura **18 allèles A1** or d'après le tableau on dénombré **12 allèles A1** seulement donc la **maladie est dominante porté par X .**

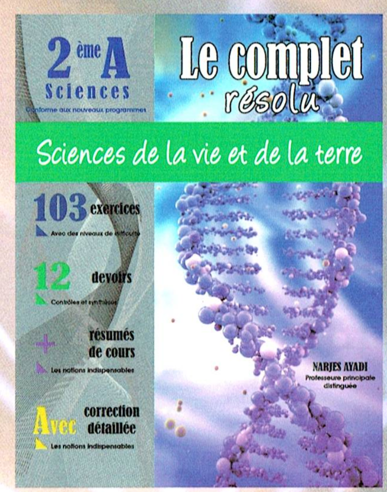
6°) Le pédigree de cette famille est :

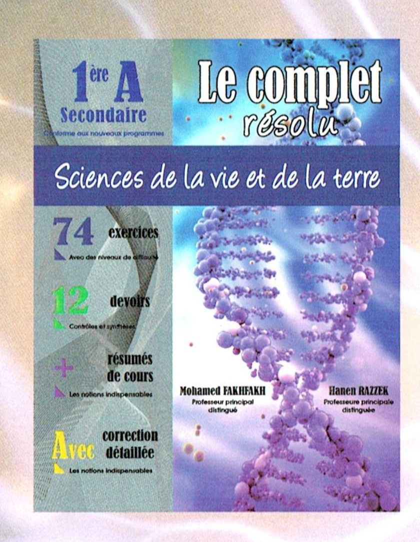


Le complet *résolu*

Demandez la série : Le complet *résolu*

Du 1ère année au 4ème année secondaire











Prix: 17,500 D

